

*Fly!*

Nojapyörä työmatkalle

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Muotoilu- ja taideinstituutti

Muotoilun koulutusohjelma

**Santtu Rantanen**

Opinnäytetyö 2010

Taideteollinen muotoilu

# TIIVISTELMÄ

Lahden ammattikorkeakoulu  
Muotoilun koulutusohjelma  
SANTTU RANTANEN:

Fly! - Nojapyörä työmatkalle

Taideteollisen muotoilun opinnäytetyö, 63 sivua  
Kevät 2010

Opinnäytetyöni aiheena on kolmirenkainen kokoontaitettava nojapyörä työmatkoille. Aihevalintaan vaikutti mielenkiintoni polkupyöriä ja suuria nopeuksia kohtaan. Työssä käsitellään ensin työmatkaa ja nojapyöriä. Sen jälkeen käydään läpi tavoitteet. Työ etenee kolmen prototyypin kautta valmiiseen nojapyörään. Prosessissa käyn läpi kolmirenkaisen nojapyörän teknisiä vaatimuksia, prototestausta ja muodonantoa. Kerron myös ideoita siitä, miten tästä voisi jatkaa. Viimeisenä on tuotteen esittely ja arviointi.

Avainsanat: Nojapyörä, kolmirenkainen, trike, polkupyörä, työmatka, ajoneuvo

# ABSTRACT

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Design  
SANTTU RANTANEN:

Fly! - a Commuter Recumbent Trike

Bachelor's Thesis in Applied Arts and Design, 63 pages  
Spring 2010

The subject of my thesis is a folding recumbent trike for commuting. I chose this subject because I'm interested in bicycles and high speeds. First I tell about commuting and recumbents. Then I set the goals. My thesis goes through three prototypes to a finished tricycle. During the process I tell about the technical demands of a recumbent trike, about testing the prototypes and about how I gave the form for the bike. I also have some ideas, how to continue from here on. Last, I present the finished product and give an evaluation.

Key words: recumbent, trike, tricycle, commuting, vehicle

# SISÄLLYS

1	SANASTOA	
2	JOHDANTO	1
3	TYÖMATKA	2
3.1	Miksi työmatkalle?	2
3.2	Suomalaisen työmatka	4
4	NOJAPYÖRÄ	9
4.1	Ominaisuudet	9
4.2	Nojapyörinen tyypit	10
4.3	Valittu pyörätyyppi	12
4.4	Tarjonnan analyysia	13
	Challenge - Alizé	13
	Greenspeed	15
	HP Velotechnik - Scorpion fs	16
	Yhteenveto	17
5	TAVOITTEET	18
5.1	Toiminnalliset	18
5.2	Materiaali ja rakenne	18

5.3	Tekniset tavoitteet	19
5.4	Tyyli ja tunnelma	19
6	SUUNNITTELU JA VALMISTUSPROSESSI	21
6.1	Pyörän suunnittelu	22
	Tasapaino	22
	Rungon rakenne	23
	Saranamekanismi	24
	Ohjausgeometria	26
	Caster eli olkatapin kulma etu-taka -suunnassa	27
	Camber eli renkaan sisäkallistuma	28
	Olkatapin sisäkallistuskulma	28
	Ackermann-ohjaus	29
	Ohjausakselin ja eturenkaan akselin suhde	30
	Ilmanvastus	31
	Vierintävastukset ja renkaan koko	33
6.2	Istuimen puuproto	34
6.3	Istuimen toinen proto, "Edition"	36
6.4	HPV Workers Voyage	37
	Testaus	39
6.5	Käyttäjänäkökulma	44
6.6	Fly!	46
	Tekniset muutokset	47

7	LOPPUTULOS - FLY!	49
7.1	Tarvikkeet	56
7.2	Jatkokehitys	56
7.3	Jatkosuunnitelmat ja malliston laajennus	56
	Mallisto	56
	Kustomointia	57
8	ARVIOINTI	59
8.1	Tuote	59
8.2	Prosessi	60
	LÄHTEET	62

# 1 SANASTOA

Suurin osa nojapyörätiedosta Internetissä on englanniksi. Tähän on kerätty nojapyöräsanastoa sekä englanniksi että suomeksi.

Alaohjaus	Under seat steer (USS)	Ohjaustanko tai -kahvat nousevat istuimen alta tai sen sivuilta ylöspäin.
Aurauskulma	Toe tai toe in	Kulma, jossa renkaat ovat toisiinsa nähden ylhäältäpäin katsottuna.
Delta	Delta	Kolmirenkainen nojapyörä, jossa on kaksi takarengasta.
Epäsuora ohjaus	Indirect steer	Ohjaus, jossa on jonkinlainen niveljärjestelmä ohjausakselin ja ohjauskahvojen tai -tangon välillä.
Kate	Fairing	Pyörään kiinnitettävä aerodynaamisuutta parantava osa.
Ketjun ohjuri	Idler	Ketjua ohjaava pyörä tai hammasratas. Tunnetaan myös nimellä taittopyörä, mutta sekaannusten välttämiseksi en käytä sitä termiä.
Kinneri	Velomobile	Täysin katettu nojapyörä. Nykyaikaisesta kinneristä kuitenkin käytetään nimitystä velomobiili.
Nollapisteohjaus	Zero point steering	Ohjaus, jossa olkatapin linja jatkuu kohti eturenkaan ja maan kosketuspistettä.
Nuijapää	Tadpole	Kolmirenkainen nojapyörä, jossa on kaksi rengasta edessä.
Olkatappi	Steering pivot axis	Akseli, jonka ympäri eturengas kääntyy.
Pystypyörä	Diamond frame (DF)	Tavallinen polkupyörä, jonka putket muodostavat salmiakkikuvion kahdesta kolmiosta.
Suora ohjaus	Direct steer	Ohjaus, jossa ohjauskahvat ovat kiinnitettyinä suoraan eturenkaita kääntävään ohjausakseliin.
Ihmisvoimin kulkeva ajoneuvo	Human powered vehicle, HPV	Ihmisvoimin kulkeva ajoneuvo.

Trike	Trike	Kolmirenkainen nojapyörä. Käytetään myös kolmirenkaisesta pystypyörästä ja moottoripyörästä.
Renkaan sisäkallistuma	Camber	Pystysuoran ja renkaan sisäkallistuman välinen kulma.
Olkatapin takakallistuma	Caster	Pystysuoran ja olkatapin takakallistuman välinen kulma.
Velomobiili	Velomobile	Kinneri, eli täysin katettu nojapyörä.
Yläohjaus	Above seat steering (ASS), Over seat steering (OSS)	Ohjaustanko on selvästi istuinkorkeuden yläpuolella.
X-sauma	X-seam	Jalan pituus. Mitataan yleensä niin, että istutaan lattialla selkä ja takapuoli kiinni seinässä, ja mitataan seinän ja kantapään välinen matka. Mittaustapa kuitenkin vaihtelee.



## 2 JOHDANTO

Halusin tehdä opinnäytetyön, josta minulle jäisi jotain konkreettista ja hyödyllistä käteen. Aiheen pitäisi olla ajankohtainen, mutta ei nopeasti vanheneva. Halusin aiheen tukevan kestäväää kehitystä, mutta silti saada aikaan jotain dynaamista ja vauhdikasta.

Olen aina pitänyt pyöräilystä: mitä kovempi vauhti, sen parempi. Mitä enemmän asiaa ajattelin, sitä paremmalta polkupyörän valitseminen aiheeksi tuntui. Siinä yhdistyisi ajankohtaisuus, ajattomuus, ekologisuus, hyödyllisyys ja vauhdikkuus. Aihe on haastava: polkupyörien kehitys on pysynyt viimeiset sata vuotta lähes paikallaan. Miten saada tuotua siihen jotain uutta?

Koska suuri osa matkoista on työmatkoja, päätin tehdä niille sopivan polkupyörän. Viiden kilometrin työmatka pyöräillen kuluttaa 70 000 kilokaloria vuodessa, mikä vastaa 11 kiloa suklaata. Autoilu ei kuluta kaloreja juuri lainkaan. Länsimaissa ylipainoisuus leviää epidemian lailla, samalla kun henkilöautoilla tehdyistä matkoista 43% on alle viiden kilometrin pituisia. Polkupyörän pitäisi olla hyvin nopea, mutta kuitenkin käytännöllinen jokapäiväisessä käytössä. Sitä pitäisi siis voida käyttää suomalaisilla teillä ja kaupungeissa, eikä vain hyväkuntoisilla, täysin tasaisilla pinnoilla.

Suomessa suuri osa vuodesta on talvea, jolloin kaksirenkaisella kulkuvälineellä ajo on välillä haastavaa ja jopa vaarallista. Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen mukaan joulukuussa pyöräillään vain 13% heinäkuun lukemista. Päädyin siis suunnittelemaan ja tekemään kokoontaitettavan kolmipyöräisen nojapyörän työmatkoille.

Lähdin suunnittelemaan pyörää ensisijaisesti sen funktion kautta. Se vaati protojen tekemistä, niiden testaamista ja testauttamista muilla, sekä ilmenneiden epäkohtien korjaamista seuraavaan versioon. Muodon ja toiminnallisuuden suunnittelin luonnostelemalla ja mallintamalla.

# 3 TYÖMATKA

1. Yleensä päivittäinen työpaikan ja kodin tai muun vakituisen asunnon välillä tehtävä matka.
2. Työhön liittyvä työtehtävien hoitamista varten tehty matka, joka ei ole kodin ja tavanomaisen työpaikan välinen matka.  
(<http://fi.wiktionary.org/wiki/työmatka>)

Tässä opinnäytetyössä työmatkalla tarkoitetaan ensimmäistä määritelmää.

## 3.1 Miksi työmatkalle?

Miksi kukaan haluaisi valita aiheekseen työmatkapyörän? Paljon seksikkäämpiäkin pyöräilyyn liittyviä aiheita olisi ollut tarjolla: äärimmäiset nopeudet tasaisella kilparadalla, vaellus Kiinan ympäri, kaahaus metsissä tai lukemattomat alakulttuurit fikseistä kruisereihin. Minä halusin tehdä työmatkapolkupyörän, koska sillä saa vastinetta rahoilleen ja ”pelastaa maailman”.

Voitko kuvitella täydellistä työmatkaa kolmirenkaisella nojapyörällä? Matka alkaa, kun nostat taitellun pyörän pihalle, ja se aukeaa eteesi kuin itsestään. Istahdat istuimelle ja nojautut taaksepäin rentoon asentoon. Aamu aurinko lämmittää mukavasti. Nostat pyöräilyyn tottu-



neet jalkasi polkimille, joilla polkaiset itsesi kevyesti liikkeelle. Käännyt pyörätielle ja suuntaat kohti työpaikkaa. Pian saavut mukavan mäen laelle ja jo ennen vauhdin kasvamista tunnet hymyn nousevan kasvoillesi. Edessäsi avautuu upea maisema 180 asteen panoraamana. Kiitäessäsi matalalla pyörälläsi alamakea yhä kovemmin ja kovemmin, tunnet raikkaan ilman kasvoillasi. Saavuttamasi hyvä vauhti jatkuu vielä pitkään alamaen jälkeenkin, ohitellessasi yksittäisiä jalankulkijoita.

Polkiessasi mietit, miten hyvältä vauhdin tunne tuntuu, miten samalla kun nautit ajostasi, kehosi muuttuu kuin itsestään yhä terveemmäksi ja kiinteämmäksi. Katselet vieressä olevia auto-

ja, miten ruuhkaan juuttuneet ihmiset lopettavat kelloon katsomisen ja kiroilun vain siksi aikaa, että ehtivät ihmetelemään ohi kiitävää kulkuneuvoasi. Loppumatka etenee joutuisasti, koska pääset pyörällä oikaisemaan paikoista, johon autolla ei olisi asiaa. Pyörällesi sopiva tila löytyy helposti, kun saavut työpaikallasi. Fyysinen rasitus on poistanut stressin ja saanut sinut täysin hereille. Nouset ketterästi pyörän päältä. Nykyään, kun sinulla on parempi kunto, sinulla riittää energia selviytyä päivästä helpommin. Venyttele, ja päivä voi alkaa!

Tässä matkassa on jo tarpeeksi perusteluja työmatkapyö-





räilylle. Lisäksi on kuitenkin huomattavat ekonomiset ja ekologiset syyt. Jos pyöräilyyn siirtymällä voi vähentää yhden auton kotitaloudesta ja laskee yhteen vuoden aikana säästyneet bensakulut, huoltokustannukset, autoveron ja vakuutusmaksut, niin pyöräilemällä säästää helposti 1200€ vuodessa viiden kilometrin työmatkalla, vaikka autoon ei mitään suuria huoltoja tekisikään. Vuonna 2008 Suomessa oli 2,6 miljoonaa henkilöautoa. Liikenteen osuus Suomen yhä kasvavista hiilidioksidipäästöistä on noin neljännes. (Suomen ympäristökeskus 2008).

### 3.2 Suomalaisen työmatka

Löysin yllättävän vähän tietoa suomalaisten työmatkoista. Pari hyvää lähdettä kuitenkin löysin: Liikenne- ja viestintäministeriön, Tiehallinnon ja Ratahallintokeskuksen teettämä Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 04-05, sekä Suomen ympäristökeskuksen Ympäristön tila 2008. Lisäksi tein kyselylomakkeen, johon sain Internetin välityksellä 250 vastausta. Matkalla näissä kaikissa tarkoitetaan yhdensuuntaista matkaa esimerkiksi kotoa töihin.

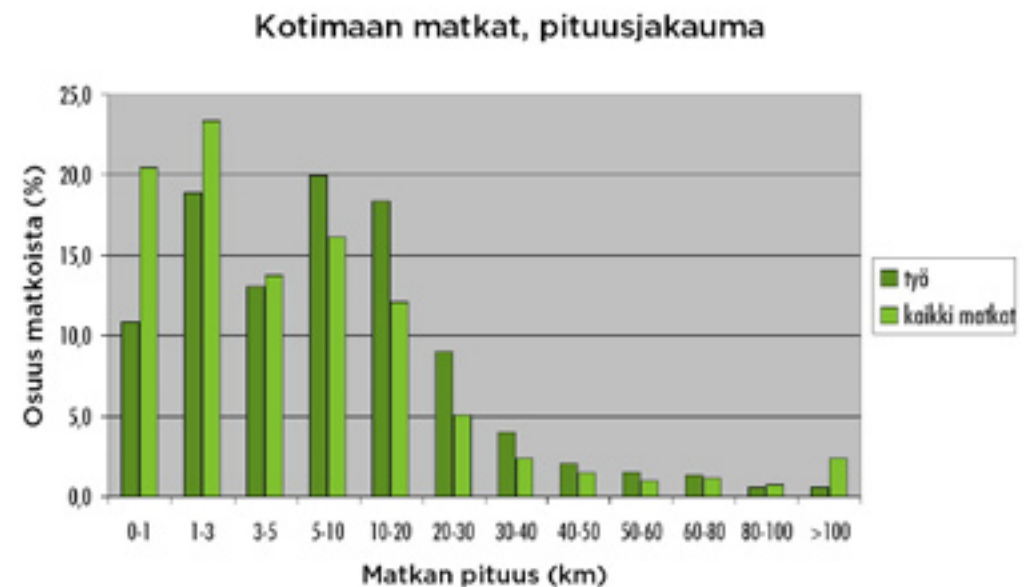
Suomalaiset autoilevat yhä enemmän. Kävelyn, pyöräilyn ja joukkoliikenteen käyttämisen määrät ovat jatkuvasti laskussa. Toisaalta kaupungit panostavat yhä



enemmän pyöräteihin, ja lisäksi osassa taajamia pyörän on todettu olevan nopein kulkuneuvo alle 7 km matkoilla. Edellytyksiä siis suurempaan pyöräilyn määrään toki on. (Liikenne- ja viestintäministeriö, Tiehallinto ja Ratahallintokeskus 2005; Suomen ympäristökeskus 2007)

Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen mukaan alle viiden kilometrin mittaisia matkoja on 43 % kaikista työmatkoista, 73 % kaikista koulu ja opiskelumatkoista, sekä 70 % kaikista asiointi ja ostosmatkoista. Kaaviossa 1 on eri pituisten matkojen ja työmatkojen osuudet. Siitä näkee, että alle 10 km työmatkoja on 63 % ja kaikista matkoista alle 5 km pituisia on 58 % ja alle 10 km pituisia on 74 %.

Halusin enemmän tietoa siitä, mitä mahdolliset asiakkaat haluavat nojapyörältä ja millaisia heidän työmatkansa ovat. Sitä varten etsin Internetistä sivustoa, jolla voisin tehdä kyselyn. Tarkoitukseen hyvin soveltuva [www.surveygizmo.com](http://www.surveygizmo.com) oli ilmainen ja helppo käyttää. Siinä on myös maksullisia ominaisuuksia, joita en kuitenkaan katsonut tarvitsevani. Ilmaisen version suurin vastausten määrä on 250.

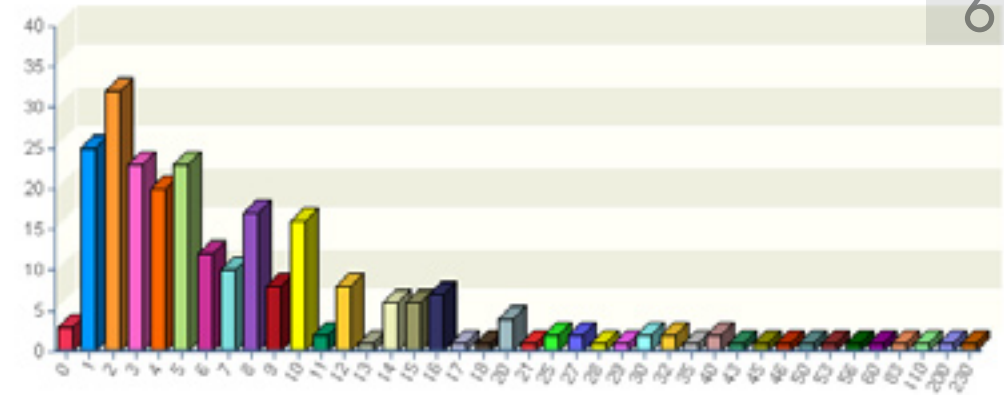


Kaavio 1, tehty Valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen 04-05 pohjalta.

Tein kyselyn, jonka vastauksista käyn tässä välissä läpi työmatkaan liittyvät kysymykset. Kerroin kyselystä neljällä eri keskustelupalstalla ja Facebookissa (<http://www.facebook.com>). Keskustelupalstat olivat MuroBBS (<http://murobbs.plaza.fi/>), Ellit (<http://keskustelu.plaza.fi/ellit/>), Fillari-lehden foorumi ([www.fillarifoorumi.fi](http://www.fillarifoorumi.fi)) ja lowride.info. MuroBBS ja Ellit ovat näistä ehdottomasti suurimmat foorumit, mutta sain vain 0.8% vastauksista Elleistä. Muropaketista tuli 68%, Fillari-lehden foorumilta 20%, Lowride.info:sta 4.4% ja Facebookista 2% vastauksista. Vastauksia tuli yhteensä 250.

Ellit on ainoa yksinomaan naisille suunnattu foorumi, jossa kyselystäni kerroin. Koska siellä osanotto oli niin heikkoa, oli vastanneista vain 5% naisia. Olisin toivonut tasaisempaa sukupuolijakaumaa. Ikäjakauma sen sijaan osui kohdalleen paremmin. 90% vastaajista on 21-55-vuotiaita, eli kohderyhmääni. Myös työmatkajakauma oli hyvä (Kaavio 2).

Kyselin millaisia työmatkoja vastaajilla oli (Kaavio 3). Vajaa kolmasosa vastaajista oli sitä mieltä, että heidän työmatkallaan on paljon mäkiiä. Noin kolmanneksella



Kaavio 2. Työmatkajakauma kyselyni mukaan.

ITEM	paljon	vähän	ei lainkaan
mäkiä	30.8% 76	60.3% 149	8.9% 22
hiekkatietä	5.0% 12	29.6% 71	65.4% 157
pyöriteitä	77.1% 192	18.9% 47	4.0% 10
väisteltäviä väkijoukkoja	23.1% 56	57.4% 139	19.4% 47
autoja samalla kaistalla	13.1% 32	44.5% 109	42.4% 104

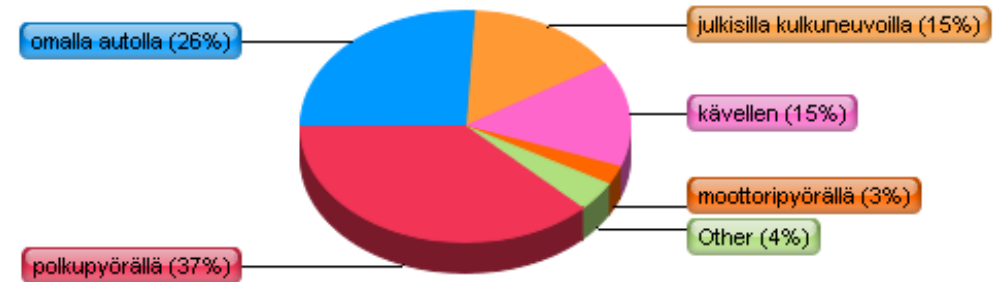
Kaavio 3. Vastauksia kysymykseen "Onko työmatkallasi...?"



vastaajista ei ollut lainkaan hiekkatietä matkallaan, ja loppuista suurimmalla osalla sitä oli vain vähän. Pyöriteitä oli paljon 77%:lla vastaajista. Alle viidesosa kertoi, että työmatkalla on paljon väisteltäviä väkijoukkoja ja vain 13%:lla oli paljon autoja samalla kaistalla. 42%:lla niitä ei ollut lainkaan. Mielestäni nämä vastaukset ovat työmatkapyöräilyn kannalta melko hyviä. Ne myös kertovat, että pyörää ei kannata suunnitella hiekkateille, mutta sen olisi hyvä pärjätä myös siellä.

37% vastaajista kertoi käyttävänsä pyörää vähintään toissijaisena kulkuneuvonaan (kaavio 4). Tämä on mielestäni aika paljon.

Viimeinen kysymykseni oli ” Jos työmatkasi on/olisi alle 13 km, voisitko kuvitella pyöräileväsi töihin?” (kaavio 5). Yllätyksekseni 91 % vastasi myöntävästi. Tämän ja edellisen kysymyksen suuret määrät voivat osaltaan johtua siitä, että 24.4 % vastaajista oli löytänyt kyselyn polkupyöräfoorumeilta, ja sillä, että ne henkilöt, jotka eivät ole kiinnostuneita pyöräilystä, eivät myöskään ole kiinnostuneita vastaamaan pyöräilyä koskeviin kyselyihin. Myöntävästi vastanneista 68 % oli valmiita ajamaan nojapyörällä ja 76 % pystypyörällä.



Kaavio 4. Vastauksia kysymykseen ”Millä yleensä kuljet työmatkasi?” Vastaajat saivat valita kaksi vaihtoehtoa.



Kaavio 5. Vastauksia kysymykseen ”Voisitko kuvitella ajavasi polkupyörällä töihin?” Other-osio sisältää vain negatiivisia vastauksia.

Uskon, että pyöräilyn määrä tulee lisääntymään lähiaikoina, kun infrastruktuuri alkaa tukemaan sitä yhä enemmän. Näin on jo käynyt esimerkiksi Oulussa. Oulun tiepiirin alueella kaikista matkoista 16 % tehdään polkupyörällä,

kun vastaava luku Uudellamaalla on 7 %. Tanskassa ja Hollannissa tehdään pyörällä vielä huomattavasti suurempi osa matkoista, kuin Oulussa.



[http://farm4.static.flickr.com/3097/3202128195\\_1130409488\\_o.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3097/3202128195_1130409488_o.jpg)

Kiinassa pyöräillään edelleen paljon.



# 4 NOJAPYÖRÄ

Nojapyörä, eli nojakki on polkupyörä, jossa polkimet ovat huomattavasti istuimen edessä. Istuin muistuttaa istuma-asennoltaan enemmän nojatuolia, kuin satulaa.

([http://sheldonbrown.com/gloss\\_ra-e.html#recumbent](http://sheldonbrown.com/gloss_ra-e.html#recumbent))

## 4.1 Ominaisuudet

Nojapyörässä ensimmäisenä kiinnittyy huomio erikoiseen ajoasentoon. Tästä rennommasta ajoasennosta seuraa parempi turvallisuus törmäyksissä ja istumamukavuus. Erittäin matalissa nojapyörissä asento on hyvin aerodynaaminen, mutta näkyvyys voi olla rajoitettua, ja myös autoilijoiden voi olla vaikeaa havaita pyörää. Toisaalta kaksipyöräisissä nojapyörissä on myös omat haittansa, kuten tasapainon pitäminen. Kolmirenkaisissa nojapyörissä taas painoa on usein enemmän, koska runko on monimutkaisempi ja sen tekemiseen tarvitaan enemmän materiaalia.



Matalia kilpapyöriä.





## 4.2 Nojapyörinen tyypit

Nojapyöriä voi kategorisoida monin eri tavoin. Tässä yleisimpiä tyyppejä. Sama pyörä voi kuulua useaan eri tyyppiin.

Lyhytakselivälinen (eng. short wheel base, swb), jossa eturengas on polkimien takana (kuva oikealla ylhäällä). Tämä tyyppi on yleisin nojapyörämalli Euroopassa.

Pitkäakselivälinen (eng. long wheel base, lwb), jossa eturengas on polkimien edessä (kuva oikealla alhaalla). Pidempi akseliväli tekee pyörästä vähemmän ketterän, mutta vakaamman kovissa vauhdeissa. Amerikassa käytetään yleisimmin pitkäakselivälisiä pyöriä.

Keskipitkäakselivälinen (eng. compact long wheel base, clwb), kahden aikaisemman tyypin välimuoto, jossa istuinta on usein siirretty taaksepäin, lähes suoraan takarenkaan yläpuolelle, ja polkimet ovat eturenkaan yläpuolella. Keskipitkä- ja pitkäakselivälisissä nojapyörissä istuin on yleensä melko pystyssä, jolloin ne eivät välttämättä tarjoa lainkaan aerodynaamista etua pystypyörään verrattuna.



Lyhytakselivälinen nojapyörä, HP Velotechnik Street Machine.



Pitkäakselivälinen nojapyörä, Easy Racer.

Matala kilpapyörä (eng. lowracer). Ajaja on lähes makaa-  
vassa asennossa lähellä maata, samassa linjassa pyörien  
kanssa. Tämän ansiosta pyörätyyppi on kattamattomista  
nojapyöristä kaikkein nopein, mutta samalla myös sillä on  
hankalinta pysyä pystyssä. Kuva oikealla ylhäällä.

Korkea kilpapyörä (eng. high racer). Kuten matala kilpa-  
pyörä, mutta ajaja on selvästi renkaiden yläpuolella. Tämä  
tekee pystyssä pysymisestä helpompaa, mutta ilmanvas-  
tus kasvaa hieman. Korkeissa kilpapyörissä käytetään  
usein suurempia renkaita, kuin matalissa, mikä taas pie-  
nentää hieman vierintävastusta epätasaisilla pinnoilla,  
mutta kasvattaa ilmanvastusta. Kuva oikealla alhaalla.

Yksi tapa jaotella nojapyöriä on ohjauksen mukaan.  
Ohjaustanko voi olla joko penkin yläpuolella (eng. above  
seat steering, ASS tai over seat steering, OSS) tai alapuo-  
lella (eng. under seat steering, USS). Ohjaus voi olla joko  
suora, eli ohjaustanko tai -kahvat ovat suoraan kiinni  
kääntöakselissa, tai epäsuora, jolloin välissä on jonkin-  
lainen nivelmekanismi. Kolmirenkaisissa nojapyörissä  
on myös kallistamalla kääntyviä pyöriä, ja osassa kääntyy  
takarengas tai takarenkaat.



Matala kilpapyörä yläohjauksella.



Korkea kilpapyörä yläohjauksella.



Kolmipyöräiset nojapyörät (eng. trike) jaotellaan yleensä sen mukaan, onko etupyöriä yksi (delta), vai kaksi (eng. tadpole, nuijapää).

### 4.3 Valittu pyörätyyppi

Haluan tuotteeni olevan helposti lähestyttävä. Suomessa nojapyöriä ei usein näe, ja hyvin pieni prosentti suomalaisista on koskaan sellaista kokeillut. Siksi haluan, että kun ihminen ensi kertaa istuu pyöräni päälle, hän tuntee olonsa heti mukavaksi. Kaksipyöräisissä nojapyörissä voi ensimmäistä kertaa liikkeelle lähteminen olla hyvin epävarman tuntuista, koska istuu korkealla ja joutuu nostamaan jalat niin kauas maasta. Myös tasapainon pitäminen hitaassa vauhdissa, ja liukkaalla tiellä on vaikeampaa, kuin normaaleilla pystypyörillä. Nämä seikat puhuvat selvästi kolmipyöräisen nojapyörän, eli triken puolesta. Parempien kaarreominaisuuksien ja helpomman voimansiirron vuoksi valitsen nuijapää-mallin, enkä deltaa.

Monilla ihmisillä (kuten minulla) on puutetta säilytys-tilasta. Siksi haluan, että pyöräni on kokoontaitettava. Monilla ihmisillä (kuten minulla) on myös usein kiire töihin lähtiessä. Siksi haluan, että taittomekanismi on hyvin nopea.



<http://www.bentrideronline.com/wordpress/wp-content/uploads/2009/04/l-800-600-d470731d-4e78-43c9-82ff-9ae3d6f63acf.jpeg>

RANS Trizard: kolmipyöräinen delta-mallinen matala kilpapyörä, jossa on pitkä akseliväli ja alaohjaus, eli LWB USS delta lowracer.



<http://www.utahtrikes.com/uploads/uttrikes/3/picture4/Road600-3.jpg>

Valittu pyörätyyppi: nuijapää-mallinen kolmirenkainen nojapyörä, jossa on lyhyt akseliväli ja suora ohjaus. Kuvassa Catrike Road.

## 4.4 Tarjonnan analyysia

Koska olen tekemässä kokoon taittuvaa kolmipyöräistä nojapyörää, pitää tutkia, mitä muita vastaavia tuotteita on markkinoilla. En ole päässyt itse kokeilemaan mitään näistä nojapyöristä, joten kerron, mitä käyttäjät ja arvostelijat ovat niistä sanoneet, ja miltä ne vaikuttavat Internetissä olevien videoiden pohjalta.

### Challenge - Alizé

Hinta 2690€, lisävarusteilla jopa yli 4000€

Alizéa taitettaessa ensin irroitetaan istuin, joka on kiinni kahdella pikalinkulla. Istuin tarvitsee irrotakseen vähän heiluttelua. Seuraavaksi aukaistaan rungon keskellä oleva pikalinkku, jonka jälkeen pyörä nostetaan ilmaan, ja takapää taitetaan pyörän alle. Jos pyörän haluaa vielä pienempään tilaan, siitä pitää irroittaa renkaat ennen taittelua. Jarrut irtoavat eturenkaiden mukana, joten renkaat jäävät kaapeleiden varaan roikkumaan kiinni pyörään. Jarrut voi jälkeinpäin irroittaa eturenkaista ja laittaa takaisin kiinni runkoon. Kun haluaa eturenkaat taas kiinni pyörään, niin pitää ensin irroittaa jarrut rungosta ja kiinnittää ne eturenkasiin, jonka jälkeen vasta voi kiinnittää eturenkaat



Challenge Alizé, jossa istuimen kulma on 31-38°. Alla kuva pyörästä taitettuna, ilman istuinta.



takaisin pyörään. Pyörän ollessa taitettu, sitä ei saa työnnettyä eteenpäin renkaiden varassa. (Velovision 33 march 2009.)

Velovision-lehti (33 March 2009) kuvaili Alizén taittamista hankalaksi, koska pyörää pitää nostaa, että sen saa taitettua, ja ketjut koskettavat helposti maahan taitettaessa, jos pyörästä ensin irroittaa renkaat. Myös lokasuojat olivat taitettaessa hankalat, ja pyörään saatavilla olevan suuremman tavaratelineen ollessa kiinni pyörässä, jäi pyörä taitettunakin suurikokoiseksi. Pyörää kuitenkin kuvaillaan tukevaksi ja sekä ajo-ominaisuuksia, että ulkonäköä kehutaan. Ulkonäöstä olen ainakin samaa mieltä. Se näyttää kuvien perusteella erittäin dynaamiselta ja loppuun asti viimeistellyltä.

Ehkä juuri Alizén taittamisen hankaluuden vuoksi siitä ei ole yhtään videota pistetty Internetiin, eikä missään kerrota, miten kauan taittamiseen menee. Se on kuitenkin yksi parhaimman näköisistä trikeistä, joita olen nähnyt. Se on tämän analyysin pyöristä ainoa, josta näkee, että siinä on ajateltu myös ulkonäköä. Mistään kovin pieneen tilaan, tai kovin nopeasti taittuvasta pyörästä ei kuitenkaan ole kyse.



<http://www.angletechcycles.com/TrikeAlizeFoldedKeyLimeWheelsSeat380.jpg>

Challenge Alizé kokoon taitettuna, istuin ja renkaat irroitettuna.



Challenge valmistaa myös kaksirenkaisia nojapyöriä, joissa on sama visuaalinen tyyli, kuin kolmirenkaisissakin.



## Greenspeed

Greenspeedillä on monta erilaista taittuvaa nojakolmipyörää mallistossaan. Hinnat vaihtelevat noin 1700€ ja 3100€:n välillä. Kaikkia näitä malleja yhdistää vanhentuneen näköinen ulkonäkö, sekä melko pystyssä oleva kirkkaan keltainen istuin. Esimerkiksi GT-sarjassa istuimen kulma on 40° (Greenspeed 2010).

## Taittäminen

Greenspeedin kaikissa taittuvissa kolmipyörissä taittäminen tapahtuu samalla tavalla. Ensin irroitetaan istuin, joka on kiinni alimmasta kohdastaan yhdellä kuusiokoloruuvilla. Sitä varten pitää siis olla erillinen työkalu aina mukana. Tämän jälkeen istuimen yläosan saa irti tapeistaan. Rungon saa taitettua keskeltä niin, että takapää nousee ylöspäin, kun on aukaissut yhden pikalinkun. Pyörän ollessa taitettu, sitä ei saa työnnettyä eteenpäin kahden renkaan varassa. Pyörän istuimen kiinnittäminen takaisin voi olla vaikeaa, koska ensin istuimen alaosassa olevat kaksi reikää ja rungossa oleva yksi pitkä reikä pitää saada kohdistettua juuri kohdalleen paikassa, jonne ei kunnolla näe, ja sen jälkeen reikien läpi pujotetaan ruuvi (joka toivottavasti on edelleen tallessa). (Theaesthetics 2008; Greenspeed 2010).



[http://www.rebelbike.com/pictures/kola/GT3\\_slozene.jpg](http://www.rebelbike.com/pictures/kola/GT3_slozene.jpg)

Greenspeed GT3 taiteltuna, istuin irroitettuna.



<http://www.greenspeed.com.au/OldWebPics/gt5.jpg>

Greenspeed GT5.

Youtube.com:issa on useita videoita Greenspeedin noja-  
pyörrien taittelusta, ja niissä pyörän taittaminen toimin-  
takuntoon vie hieman alle minuutin, jos istuimen saa  
kohdalleen ensimmäisellä yrittämällä. Istuimen kanssa  
kuitenkin voi tulla ongelmia. Kiinni taittelu vie suunnil-  
leen yhtä kauan. (Theaesthetics 2008; Rongpockle 2008).

### HP Velotechnik - Scorpion fs

Hinta 3290€ ilman lisävarusteita

Scorpion fs on linjakkaan ja tukevan näköinen urheilul-  
linen matkakolmipyörä. Sen taitto-ominaisuuksista on  
hyvin vähän tietoa missään, mutta pyörän luvataan me-  
nevän 112 cm x 83 cm x 63 cm tilaan 60 sekunnissa. Vielä  
pienempään tilaan se menee, jos irroittaa eturenkaatkin,  
johon kerrotaan menevän vielä 90 sekuntia kauemmin.  
Videoita tai kuvia taittovaiheista en löytänyt, mutta tait-  
tomekanismi on luultavasti hyvin lähellä Greenspeedin  
mekanismia.

Jousitusta lukuunottamatta Scorpion fs:ää kehutaan  
ainoassa siitä löytämistäni arvosteluissa, niin ajomu-  
kavuuden, taittuvuuden kuin laatunsakin puolesta



[http://www.hpvelotechnik.com/images/presse/scorpionfs/Scorpion\\_fs\\_gefaltet\\_bl.jpg](http://www.hpvelotechnik.com/images/presse/scorpionfs/Scorpion_fs_gefaltet_bl.jpg)

Scorpion fs kokoon taitettuna ja istuin irroitettuna.



[http://www.hpvelotechnik.com/images/presse/scorpionfs/SFS\\_action\\_frau\\_vorne.jpg](http://www.hpvelotechnik.com/images/presse/scorpionfs/SFS_action_frau_vorne.jpg)

Scorpion fs.



(3TracksintheSand 2009). Mielestäni kuitenkin taittomekanismi on aivan liian hidas jokapäiväiseen käyttöön.

### Yhteenveto

Kaikki tietooni tulleet kokoontaittavat nojakolmipyörät on suunniteltu siihen, että ne pakataan autoon, jolla ajetaan pyöräilypaikkaan. Tällaisessa huvikäytössä ei ole niin suurta merkitystä miten nopeasti pyörän saa taiteltua auki tai kiinni. Työmatkakäytössä on mielestäni tärkeää se, miten helposti ja nopeasti pyörän saa säilytyspaikastaan ajokuntoon, muuten se jää varastoon, kun ajaja valitsee auton kulkupeliksi.



[http://www.hpvelotechnik.com/images/presse/scorpionfs/Scorpion\\_fs\\_rechts\\_grau\\_sw.jpg](http://www.hpvelotechnik.com/images/presse/scorpionfs/Scorpion_fs_rechts_grau_sw.jpg)

HP Velotechnik - Scorpion fs

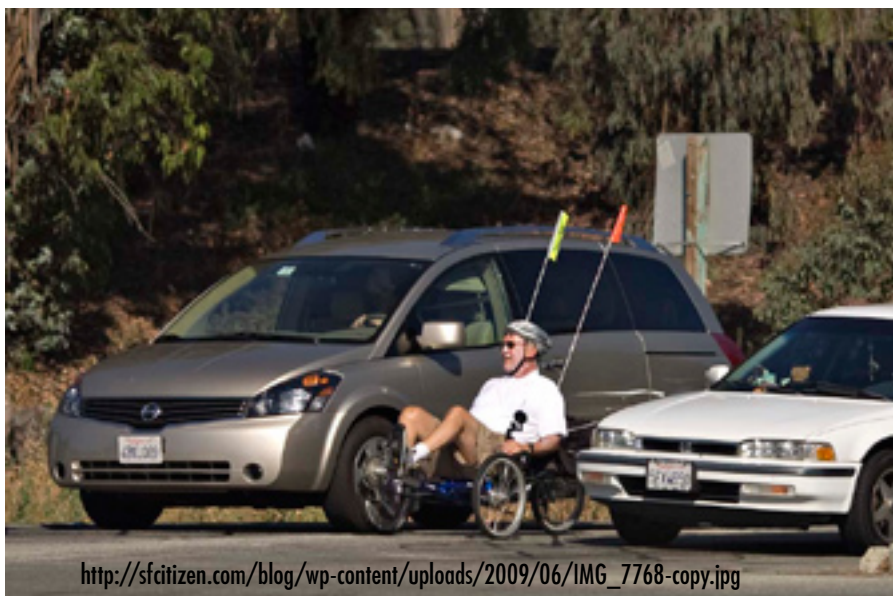


[http://www.hpvelotechnik.com/images/presse/sco\\_vorne\\_hochkant.jpg](http://www.hpvelotechnik.com/images/presse/sco_vorne_hochkant.jpg)

# 5 TAVOITTEET

## 5.1 Toiminnalliset

Tavoitteena on tehdä päivittäisiin työmatkoihin soveltuva polkupyörä. Sen pitää olla nopea, jotta matka ei kestäisi liian kauan. Pyörän pitää olla käytännöllinen jokapäiväisessä käytössä, ja sen pitää mahtua johonkin säilöön. Sitä pitää voida käyttää suomalaisilla teillä ja kaupungeissa, eikä vain hyväkuntoisilla, täysin tasaisilla pinnoilla. Sen pitää olla turvallinen niin kesällä,



Korkeampikaan trike ei mielestäni sovi autojen sekaan. Tämä pitää ottaa huomioon, kun valitsee pyörää työmatkalleen.

kuin talvella. Pyörän pitää olla helposti lähestyttävä ja kiinnostavan näköinen, ja ennen kaikkea mukava ajaa. Varsinkin pitemmällä reissuilla tämä on erittäin tärkeää.

## 5.2 Materiaali ja rakenne

Mietin pitkään, mistä materiaalista tekisin pyöräni. Hiilikuitu olisi toisaalta kiinnostanut, mutta koska se ei ole ympäristöystävällinen materiaali, se hajoaa kolhun saatuaan helposti, ja siihen on hankala liittää metalliosia, niin jätin sen pois vaihtoehtoista jo varhain.

Alumiini on kevyt ja kestävä materiaali.

Alumiinipolkupyörissä käytetään yleensä 6061, 7005 tai 7075-seoksia. 7000-sarjan seos on vaikeaa hitsata, ja käytännössä tarvitsee muhvit putkien liitoskohtaan. 6000-sarjan seokset ovat helppoja hitsata, mutta ne heikkenevät jopa 80% hitsauskohdasta. Jotta entinen kestävyys saavutettaisiin, pitää koko runko lämpökäsitellä. Koululla ei ole mahdollisuutta tähän. Koska 6000-sarjan alumiini heikkenee niin paljon hitsatessa, ei keskeneräistä pyörää voi testata ennen lämpökäsittelyä. Sarjatuotantoon 6000-sarjan alumiini kävisi hyvin, mutta suunnitelmani eivät ole aivan siellä asti vielä.

Teräksellä on huonompi kestävyys/paino -suhde, kuin alumiinilla, mutta sitä on paljon helpompi hitsata. Polkupyörissä yleisesti käytetty CrMo-teräs myös kestää väsymättä pieniä taipumisia. Valitsin näistä syistä teräksen polkupyöräni materiaaliksi.

Trikeni rakenteen pitää olla tukeva ilman että se näyttää hitaalta ja jäykkä olematta painava.

### 5.3 Tekniset tavoitteet

Teknisinä tavoitteina oli tehdä hyvin toimiva ja nopea kolmipyörä. Hyvin tärkeänä pidin myös sitä, että pyörä taivuttaa nopeasti ja helposti, sekä auki, että kiinni.

Taittomekanismin pitää toimia ilman pieniä irtoavia osia, ja tärkeää on myös, ettei pyörää taittaessa tarvitse työkaluja. Suuri tekninen haaste on saada ohjauksesta toimiva.

### 5.4 Tyyli ja tunnelma

Pyörän pitää olla räväkkä menopeli, ja näyttää siltä, että se on polkupyörien Ferrari, omistajansa silmäterä. Siitä pitää löytyä vauhtia ja urheilullisuutta. Pyrin pitämään pyörän selkeälinjaisena, tyylikkäänä ja virtaviivaisena. Siinä on myös dynaamista aggressiivisuutta ja aggressiivista dynaamisuutta.

Seuraavalla sivulla on tyyliä inspiroineita kuvia.





[static2.channels.com\\_thumbnails\\_-fast-lane-daily-f1009.jpg](http://static2.channels.com_thumbnails_-fast-lane-daily-f1009.jpg)



[uohdisco.com/wp-content/uploads/2008/10/20061008\\_el\\_deivi\\_daft\\_punk\\_03-1.jpg](http://uohdisco.com/wp-content/uploads/2008/10/20061008_el_deivi_daft_punk_03-1.jpg)



[www.seriouswheels.com/pics-1960-1969/1968-Alfa-Romeo-33-Stradale.jpg](http://www.seriouswheels.com/pics-1960-1969/1968-Alfa-Romeo-33-Stradale.jpg)



<http://www.velokraft.com/galeria/17b.jpg>

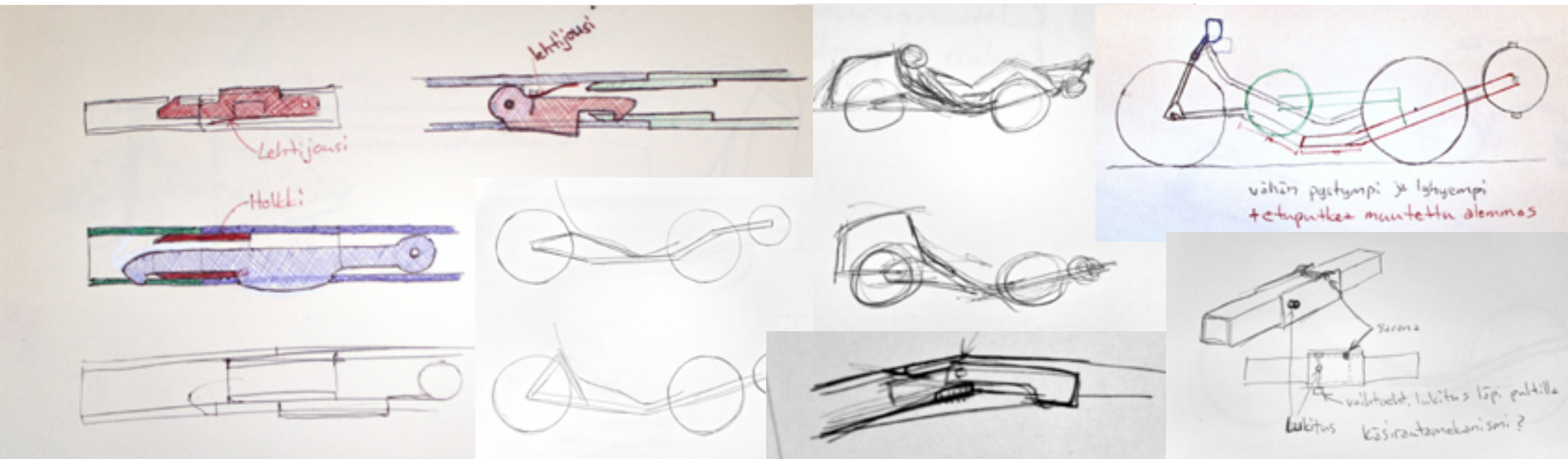


[http://sexybicycles.com/images/stories/home\\_hero\\_master\\_wavelength.jpg](http://sexybicycles.com/images/stories/home_hero_master_wavelength.jpg)

## 6 SUUNNITTELU JA VALMISTUSPROSESSI

Suunnittelu lähti liikkeelle tiedon hankinnalla. Tietoa löytyi heikosti paikallisista kirjastoista. Netistä sitä löytyi paljon, varsinkin alan foorumeilta, mutta sen suhteen pitää aina olla kriittinen. Tiesin heti alusta lähtien, että tämä on sellainen ala, jota ei voi täysin lukemalla oppia. Vaaditaan protoja ja paljon käsityötä, jotka yhdessä tiedon ja teorian kanssa tekisivät tuotteesta hyvän.

Tiesin urakan olevan valtava, joten aloitin skissailun jo ennen kuin aihe hyväksyttiin opinnäytetyökseni. Luonnosten perusteella etsin vähän yleisilmettä jaideoin mahdollisia taittumismekanismeja. Tässä vaiheessa aloitin ensimmäisen proton tekemisen koululla päivisin ja illalla jatkoin hommia kotona. Pian kävi ilmi, että se oli hankalaa tehdä mekaanista suunnittelua paperilla oikeastaan yhtään sen pidemmälle. Siirryin tietokoneelle, jolla tutkin lisää erilaisia taittumistapoja. Kun olin löytänyt mielestäni toimivan ja nopean taittumistavan, suunnittelin sen ympärille taittumista tukevan rungon.





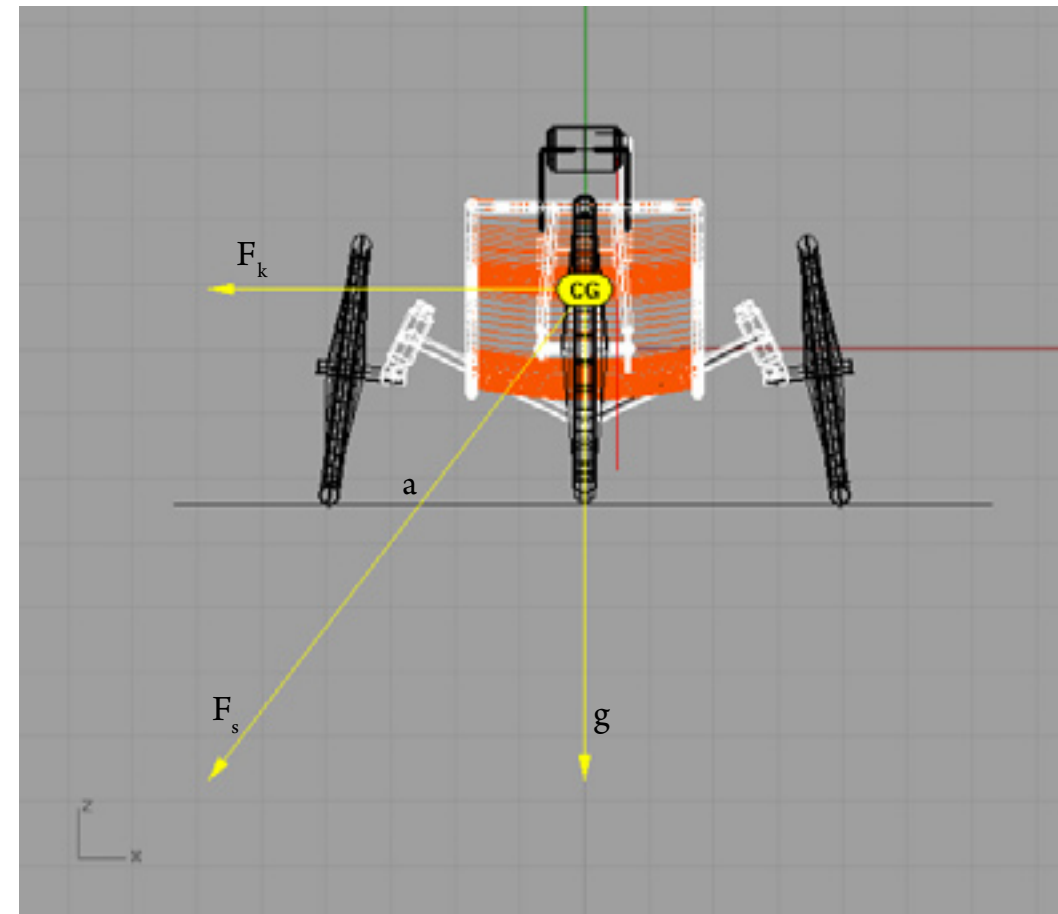
Valmistin neljä prototyyppiä. Kaksi ensimmäistä oli ergonomiamalleja istuimesta, ja kaksi seuraavaa oli ajettavia nojapyöriä. Niistä ensimmäisen nimesin HPV Workers Voyageksi. Sen ulkonäön saneli puhtaasti funktio. Fly! on sen perusteella suunniteltu seuraava pyörä.

## 6.1 Pyörän suunnittelu

Suunnitteluprosessi kulki koko ajan rakennusprosessin rinnalla. Suunnitellessani ajettavaa prototyyppiä, rakensin samalla istuimen protoja. Saatuaani ajettavan proton valmiiksi, testasin sitä jokapäiväisessä käytössä. Testitulosten pohjalta muutin varsinaisen pyörän suunnitelmia. Niihin vaikutti myös tekemästäni kyselystä saadut vastaukset. Ratkaistavien teknisten haasteiden määrä oli valtava. Selvyyden vuoksi hajoitin pyörän suunnittelu-prosessin erillisiksi osa-alueiksi, vaikka todellisuudessa prosessi ei edennyt ihan niin järjestelmällisesti. Kaikki osat vaikuttavat kokonaisuuteen ja toisiinsa, joten käytännössä suunnittelin ensin vähän sieltä ja vähän täältä, ja sitten taas palasin sinne.

## Tasapaino

Renkaiden sijainnilla on valtava merkitys tasapainoon. Kaksipyöräisellä kulkuneuvolla pystyy kallistumaan curveissa, mutta kolmirenkaisella sitä ei voi tehdä. Kolmirenkaisen polkupyörän renkaat muodostavat kolmion, jonka varassa se pysyy pystyssä. Pysähdyksissä oltaessa ja suoraan ajaessa pyörän ja ajajan massakeskipisteen (CG) on oltava tämän kolmion sisäpuolella. (Ks. kuva alla). Kaarteissa trikeen vaikuttaa suoraan alas



vaikuttavan gravitaatiovoiman lisäksi myös keskipakovoima<sup>1</sup>: mitä suurempi nopeus ja mitä tiukempi kaarros, sitä suurempi keskipakovoima. Keskipakovoiman ( $F_k$ ) ja gravitaatiovoiman ( $g$ ) vektoreiden summa on vektori  $F_s$ , jonka on pysyttävä renkaiden muodostaman tukikolmion sisällä maan tasalla (kuvassa kohta a), tai pyörä kaatuu. Mitä matalammalla massakeskipiste on, ja mitä leveämpi tukikolmio (ja polkupyörä) on, sitä kovemmalla vauhdilla voi kaarteeseen ajaa. (Horwitz R. M. 2010).

Renkaiden sijannilla etu-taka -suunnassa on suuri vaikutus pyörän käyttäytymiseen. Pidemmästä akselivälistä seuraa suurempi kääntösäde ja hieman vakaampi ohjaus suurissa nopeuksissa. Lyhyempi akseliväli taas tekee pyörästä ketterämmän. Siirtämällä renkaita taaksepäin, painopiste siirtyy eteenpäin (suhteessa renkaisiin). Jos massakeskipiste on edessä, takarenkaalle ei jää kovinkaan paljoa painoa, joka taas vähentää sen pitoa. Tästä voi syntyä ongelmia mutkissa ja liukkaissa ylämäissä. Edessä olevan massakeskipisteen hyvä puoli on kuitenkin se, että renkaiden muodostama tukikolmio on silloin leveä sen kohdalta. Sen ansiosta pyörä ei kaadu niin helposti mutkissa. Jos tasapainopiste on kuitenkin liian lähellä eturenkaita ja liian korkealla, voi takarengas nousta ylös

jarrutettaessa. (Horwitz R. M. 2010).

Päätin sijoittaa takarenkaan niin eteen, kuin mahdollista. Näin sain pyörästä ketterämmän lyhyemmän akselivälin ansiosta, ja pyörä oli myös helpompi saada taivuttamaan pieneen tilaan. Matala istuin rajoitti aika paljon takarenkaan sijoittamista. Eturenkaat sijoitin melko taakse, jotta pyörä olisi tukevampi mutkissa.

### Rungon rakenne

Rungossa tärkeitä ominaisuuksia ovat jäykkyys ja keveys. Kevyt runko on helpompi sekä polkea mäkeä ylös että nostella. Rungon jäykkyys tekee ajamisesta tarkempaa ja turvallisempaa, varsinkin suurissa nopeuksissa. Jos runko joustaa jokaisen polkaisun myötä, niin osa polkuvoimasta menee rungon putkien taivutteluun, eikä näin välity takarenkaalle. Runkoratkaisut vaikuttavat oleellisesti myös ergonomiaan ja valmistuskustannuksiin. (Horwitz R. M. 2010).

<sup>1</sup>= keskipakovoima eli keskipakovoima on näennäisvoima, joka johtuu mm. liikkeen jatkuvuudesta.

Monissa kolmipyöräisissä nojapyörissä käytetään rungossa yhtä putkea, jossa on kiinni toinen putki poikittain (kuva oikealla ylhäällä). Nämä putket muodostavat ristin, jonka päälle istuin kiinnitetään. Tämä on yksinkertainen ja edullinen tapa tehdä runko. Toinen tapa on käyttää kolmiorakennetta. Kolmirenkaisissa nojapyörissä tämä tapahtuu yleensä liittämällä istuin kiinteäksi osaksi pyörää. Näin pyörästä saa paljon jäykemmän, vaikka käyttäisi ohuempia ja kevyempiä putkia (kova oikealla alhaalla). Putkea tarvitaan kuitenkin yleensä enemmän kuin ristimäisessä rungossa, joten kumpikaan tapa ei välttämättä ole toista kevyempi. Kolmiorakennetta hyödyntävässä rungossa on yleensä myös kolmiorakennetta hyödyntävä takahaarukka, joka on paljon jäykempi kuin kahdesta (tai jopa yhdestä) putkesta koostuva takahaarukka. Kolmiorakenteisessa rungossa säädettävyys jää usein vain polkimien etäisyys-säätöön. (Horwitz R. M. 2010).

### Saranamekanismi

Kokoontaittuvissa nojakolmipyörissä saranamekanismit ovat yksi rungon suunnitteluun vaikuttava tekijä. Tavallisesti kokoontaittuvissa trikeissa on käytetty yksinkertaista ristin muotoista runkoa. Greenspeedin taittomekanismissa irroitettava istuin kiinnitetään runkoon niin,



<http://www.utahtrikes.com/uploads/utpix/46/picture/frame.jpg>  
WizWheelz TerraTrike Cruiserin runko on hyvin yksinkertainen.

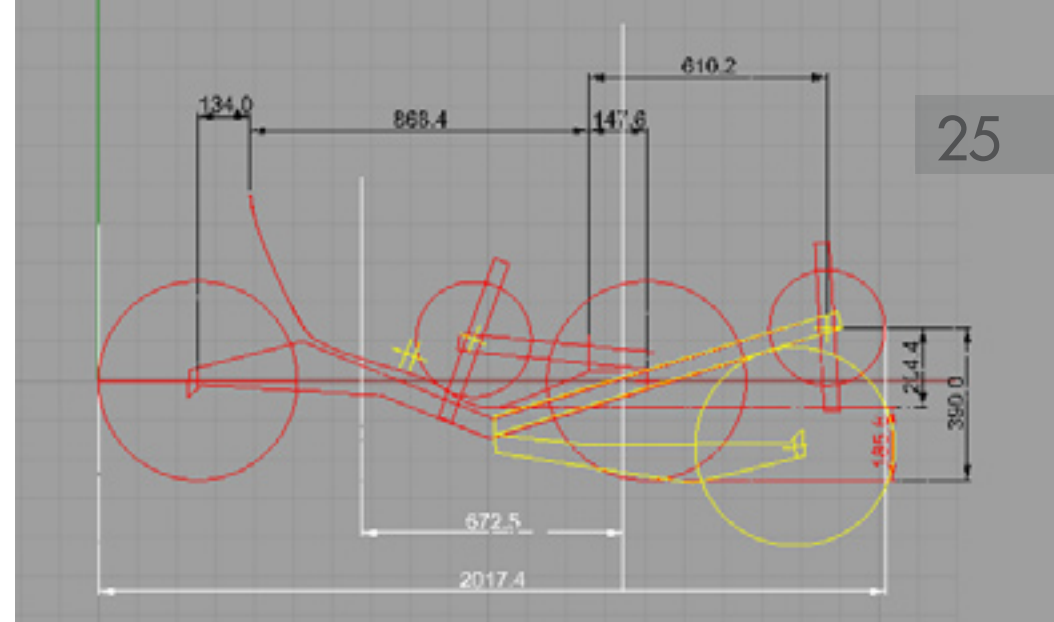


<http://www.guygraphics.com/uploads/utarticles/51/pic1/cat700frame.jpg>  
Catrike 700. Runko on monimutkainen, mutta tukeva. Se on myös hyvin kevyt, koska rakenne mahdollistaa kevyiden putkien käytön.

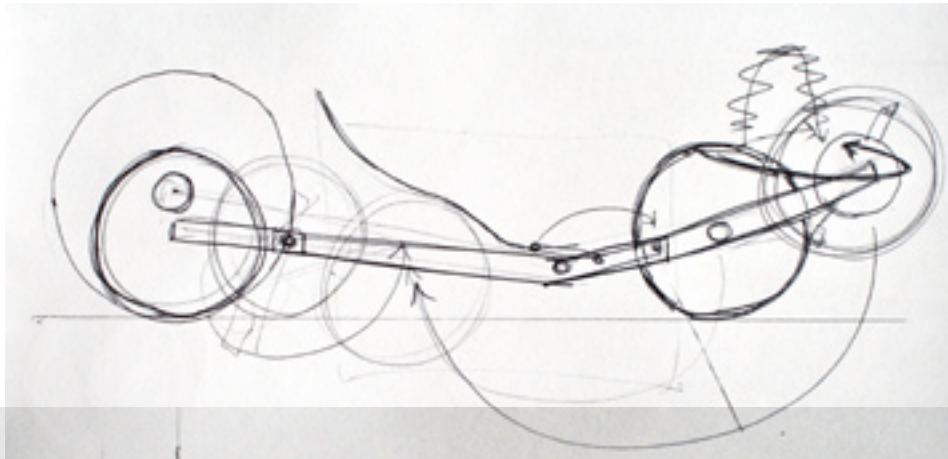


että siitä tulee kantava osa, ja se tekee pyörästä jäykemmän. Istuimen irroittaminen on kuitenkin joka tapauksessa hidasta puuhaa, joten päätin löytää keinon taittaa pyörä mitään siitä irroittamatta. Tämä rajasi suunnittelua vielä lisää: pyörän piti joko taittua istuimen ympäriltä, jolloin se olisi jäänyt kokoonlaitettuna melko suureksi, tai piti tehdä kolmiorakennerunko, jossa istuin taittuu keskeltä.

Monien skissien ja mallintelujen jälkeen keskeltä taittuva istuin vaikutti paremmalta ratkaisulta. Se vaikutti jopa



Ensimmäisiä suunnitelmia siitä, mistä kohtaa pyörän pitäisi taittua. Taittumakohdat piti selvittää ennen runkorakenteen suunnittelua.



ICE trikes Adventuren saranamekanismi. Kuvasta näkee, miten sen kestävyyttä on parannettu siirtämällä lukitus kauemmas saranasta.

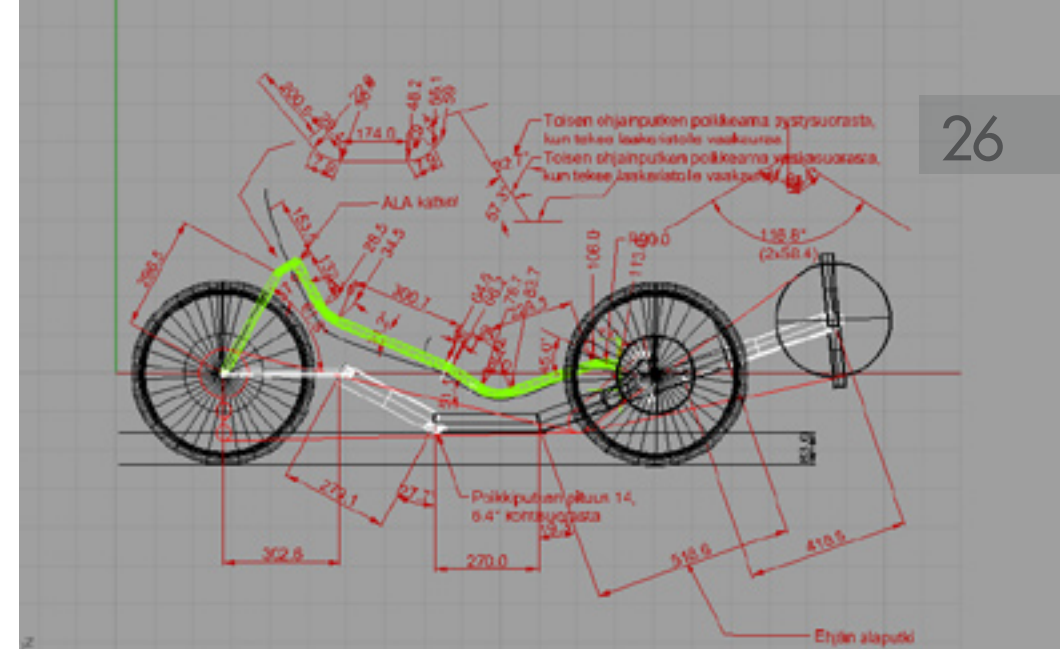
niin ilmeiseltä, että pidin omituisena, että satoja eri nojapyöriä katseltuani en törmännyt siihen kertaakaan. Joko ajatus oli niin erikoinen, ettei kukaan muu ollut sitä keksinyt, tai sitten sitä oli kokeiltu ja hylätty toimimattomana. Siinä vaikutti olevan monia hyviä puolia tavanomaiseen irroitettavaan istuimeen verrattuna: se olisi paljon nopeampi taittaa, se olisi tukevampi ja se pysyisi kiinni, vaikka lukitusmekanismi pettäisi.

Koska olin tekemässä kaksi nojapyörää, joten päätin keilla keskeltä taittuvaa penkkiä ensimmäiseen versioon (kuvat oikealla). Se toimi oikein hyvin. Se oli hyvin nopea taittaa, koska mitään ei tarvinnut irroittaa tai kiristää. Lukitusmekanismi oli hyvin yksinkertainen jousella varustettu tappi, joka napsahti itsestään kiinni, kun pyörän taittoi auki. Taittokohdasta tuli tukeva, koska siinä oli niin suuri pinta-ala: se oli koko istuimen levyinen ja melkein kaksikymmentä senttimetriä korkea. Hyvien kokemusten perusteella valitsin Fly!-pyörään saman ratkaisun.

### Ohjausgeometria

Ohjausgeometria koostuu useista eri tekijöistä, joilla on suuri merkitys nuijapäämallisen triken ajettavuuteen.

Koska eturenkaita on kaksi, pyörän ohjaus käyttäytyy eri



Vaikka HPV Workers Voyage olikin tehty romuista, se oli silti tarkasti mitoitettu. Viimeistään tässä vaiheessa tajusi layereiden hyödyn mallintamisessa.



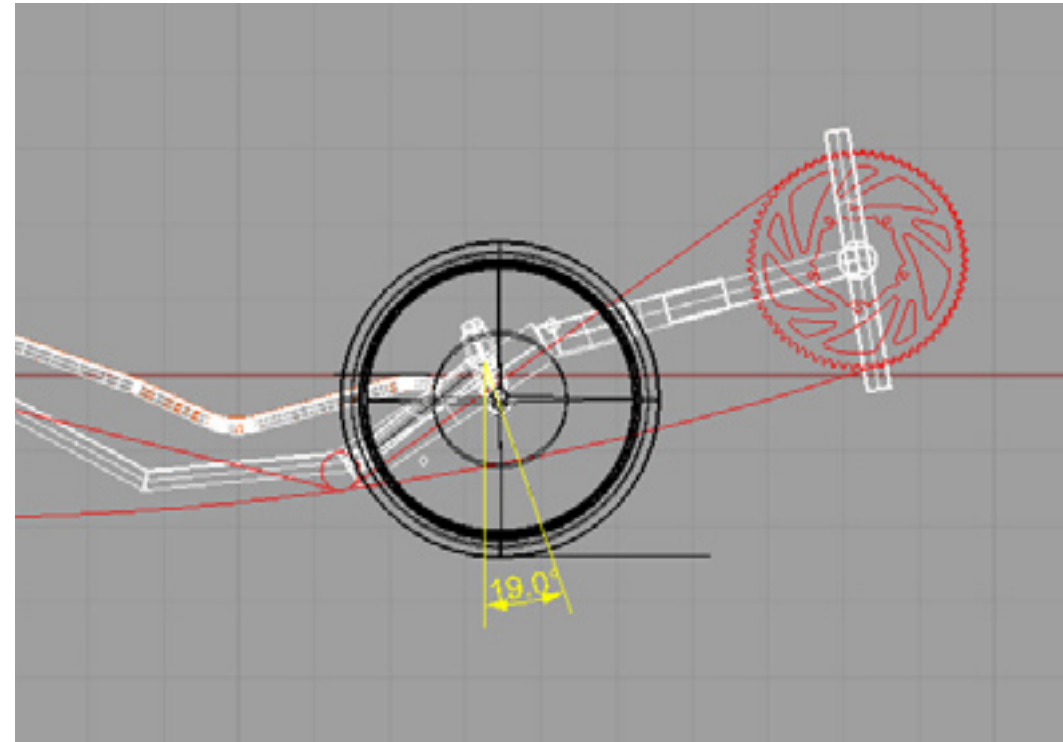
HPV Workers Voyagen sarana ja lukitusmekanismi.



tavalla kuin yksieturenkaisessa kulkuneuvossa. Käytin molemmissa pyörissä ohjausakselin eli olkatapin laakerointiin valmiita polkupyörän ohjausakselin laakereita. Ne olivat jo valmiiksi suunniteltu vastaavanlaisiin rasi-  
tuksiin, joten se oli helppo ratkaisu. Näin myös pyörän huollattaminen polkupyöräliikkeessä ei tuottaisi siellä ylimääräisiä ongelmia.

### Caster eli olkatapin kulma etu-taka -suunnassa

Sivusta katsottuna olkatapin linjan pitää jatkua eturenkaan ja maan kosketuskohdan etupuolelle (kuva oikealla). Koska eturengas kääntyy sen sivulla olevan olkatapin suhteen, taaksepäin kallistettu olkatappi saa renkaan kääntymään sisäänpäin, kun pyörän päällä on painoa. Tämä aiheuttaa ohjauksen keskittymisen, koska eturenkaat ovat yhdistettyinä toisiinsa. Mitä suurempi caster-kulma on, sitä voimakkaammin ohjaus keskittyy. Esimerkiksi Rickey Horwitzin Thunderbolt trikessä on käytetty  $12^\circ$  kulmaa. Käytin samaa kulmaa HPV Workers Voyagessa, mutta se ei tuntunut keskittävän ohjausta tarpeeksi. Siihen tosin myös vaikutti se, että eturenkaiden akselit ovat liian paljon olkatapin edessä. Fly:ssä käytin  $19^\circ$  kulmaa, joka keskitti ohjausta jo erittäin voimakkaasti. (Horwitz R. M. 2010).



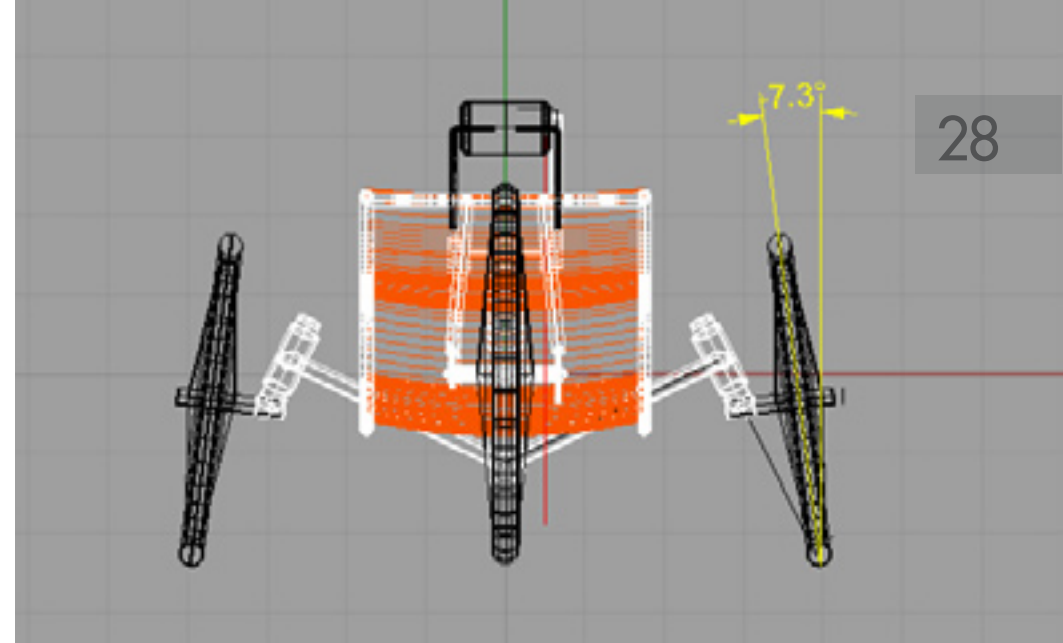
Caster eli ohjausakselin kulma etu-taka -suunnassa.

## Camber eli renkaan sisäkallistuma

Autoissa camber-kulma on negatiivinen, eli renkaat ovat hieman sisäänpäin kallistuneet. Tämä on siksi, että kun autolla ajaa kaarteissa, niin kumi ja muut ohjaukseen liittyvät osat antavat hieman periksi. Kun rengas on suoralla kallistunut hieman sisäänpäin, niin kaarteissa se painuu koko leveydeltään tiiviisti maan pintaan. Polkupyörän renkaan profiilin vuoksi ei camber-kulmalla ole juurikaan merkitystä trikeissä. Lähes kaikissa trikeissä onkin neutraali camber, eli renkaat ovat kohtisuoraan maahan nähden. (Horwitz R. M. 2010). Itse kuitenkin käytin omissa pyörissäni negatiivista camberia (kuvat oikealla), koska näin sain kasvatettua maan pinnassa eturenkaiden välistä etäisyyttä toisistaan, kasvattamatta pyörän kokonaisleveyttä. Toivon sen myös hieman auttavan vannetta kestämään siihen kaarteissa kohdistuvia kovia sivuttaisvoimia.

## Olkatapin sisäkallistuskulma

Edestäpäin katsottuna, olkatapin linjan osuessa eturenkaan ja maan kosketuspisteeseen, puhutaan ns. nollapistehojauksesta (kuva seuraavalla sivulla ylhäällä). Tällöin eturengas kääntyy suoraan maan kosketuspisteen kohdalla, eivätkä töyssyt vaikuta niin paljon ohjaukseen. Jarrutettaessa nollapistehojaus estää ohjauksen kään-



Camber, eli eturenkaan sisäkallistuma.

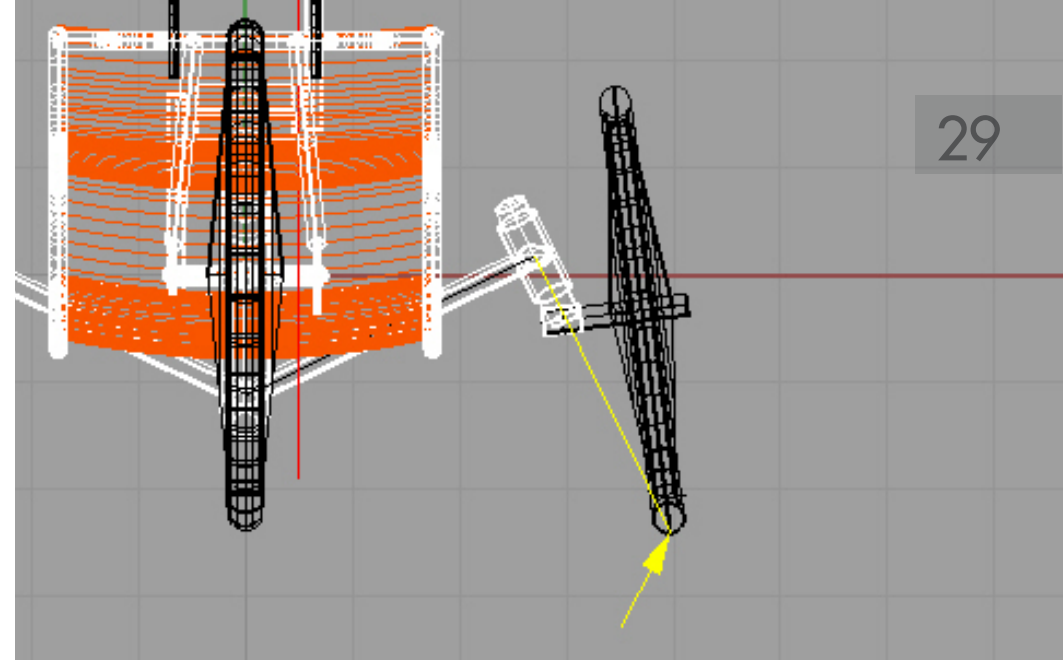


HPV Workers Voyagen camber ja olkatapin sisäkallistuma.

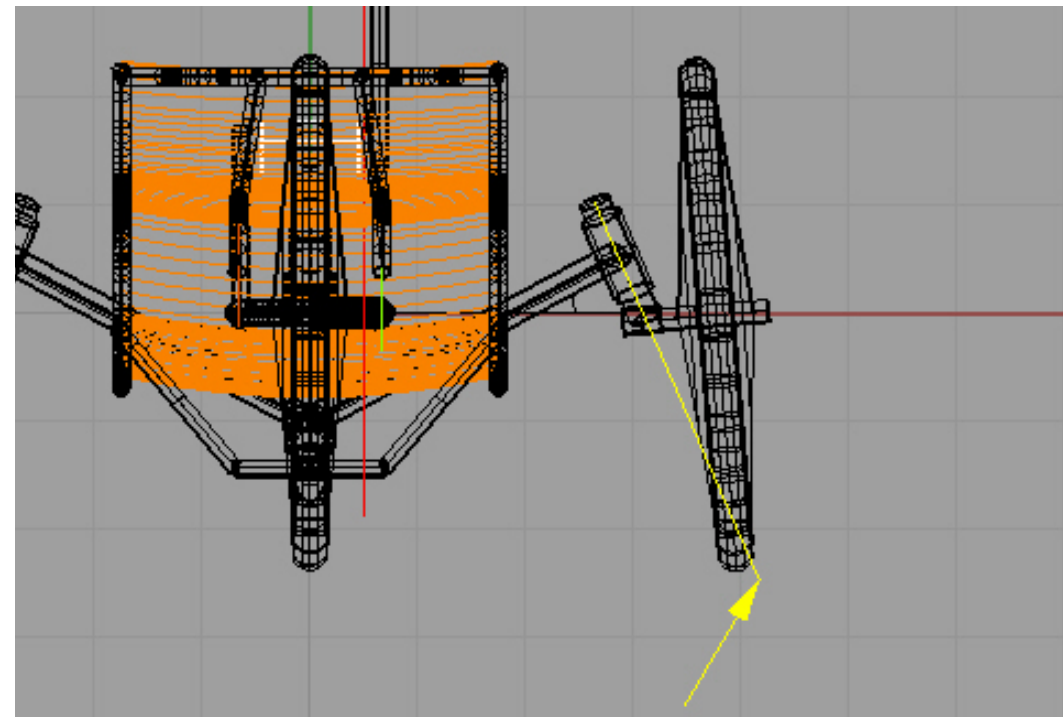
tymisen kohti enemmän hidastavaa puolta. Fysiikan lakien mukaan kuitenkin trike kääntyy kohti enemmän hidastavaa puolta, vaikka ohjaus ei sinne kääntyisikään. Tätä kompensoimaan on joissakin trikeissä käytetty olkatapin kulmaa, joka saa akselin linjan menemään vähän eturenkaan ulkopuolelle (kuva oikealla alhaalla). Tällöin eturenkaat pyrkivät kääntymään vastakkaiseen suuntaan kuin mihin jarrutus trikeä kääntää. Optimaalisessa tilanteessa nämä voimat kumoavat toisensa, ja pyörä pysähtyy suoraan, vaikka jarruttaisi vain toisella eturenkaalla. Ensimmäisessä protossa kokeilin nollapisteohjausta, joka toimi hienosti. Jarrutus oli kuitenkin hieman hankalaa suurista nopeuksista, joten seuraavaan pyörään tein eturenkaan ulkopuolelle menevän olkatapin kulman. (Horwitz R. M. 2010).

### Ackermann-ohjaus

Ajettaessa esimerkiksi täysi ympyrä trikellä tai autolla, ulompi eturengas tekee suuremman ympyrän kuin sisempi (kuva seuraavalla sivulla oikealla). Tämän takia sisemmän renkaan pitää kääntyä enemmän kuin ulomman renkaan. Ackermann-ohjaus pyrkii saamaan tämän aikaan. Täydellinen Ackermann-ohjaus ei kuitenkaan välttämättä tarjoa parasta ajettavuutta. Laskennallisesti parasta arvoa



Nollapisteohjaus eli center point steering.



Toispuoleiseen jarrutukseen kompensoitu ohjaus.



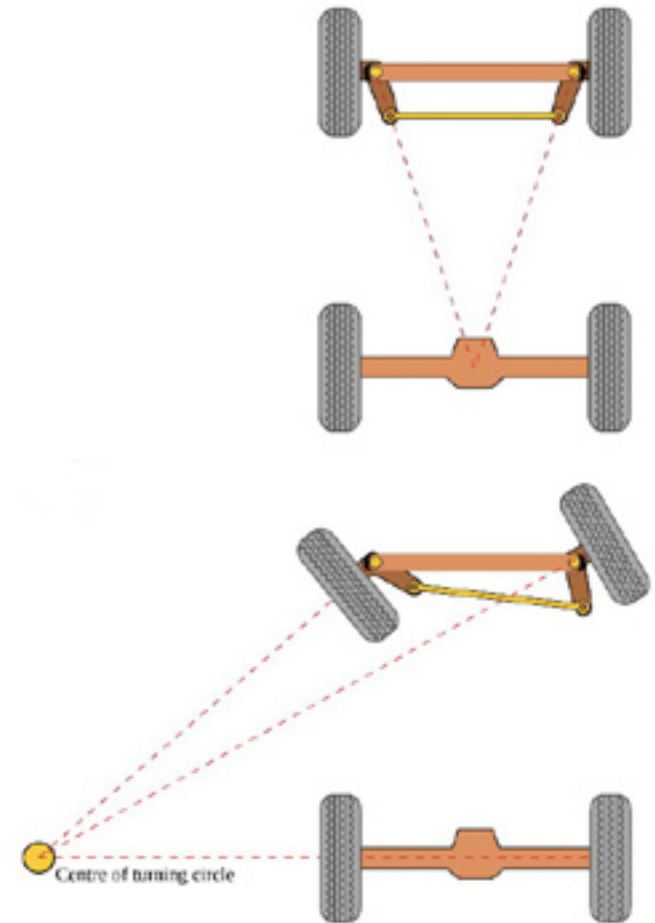
vähän pienempi Ackermann-kompensaatio vähentää yliohjautuvuutta loivissa mutkissa. Peter Eland on tehnyt Excel-taulukkoja, joilla saa laskettua itselleen sopivat Ackermann-arvot: <http://www.eland.org.uk/steering.html>. (Horwitz R. M. 2010).

### Ohjausakselin ja eturenkaan akselin suhde

Suurimassa osassa nykyisiä kaupallisia trikejä ohjausakseli ja eturenkaan akseli kohtaavat toisensa. Rickey Horwitzin Recumbent Trike Design Primerin mukaan eturenkaan akseli on parempi laittaa joko olkatapin kohdalle tai alle puoli tuumaa sen takapuolelle. HPV Workers Voyagessa laitoin eturenkaan akselin olkatapin etupuolelle (kuva keskellä ylhäällä), koska minulla ei vielä silloin ollut tarkempaa tietoa. Oletin sen olevan hyvä paikka, kuten se kaksirenkaisu-



HPV Workers Voyagen virheellinen tapa sijoittaa olkatappi ja etuakseli toisiinsa.



<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c4/Ackermann.svg/2000px-Ackermann.svg.png>

Yksinkertaistettu malli Ackermann-ohjauksesta. Se antaa likiarvon Ackermann-kompensaatiolle, joka on tarpeeksi lähellä ollakseen toimiva.

sakin kulkuvälineissä on. Tällä on kuitenkin se vaikutus, että se osittain kumoaa caster kulman ohjausta suoristavan vaikutuksen. Fly!-pyörään laitoin olkatapin ja eturenkaan akselin samalle tasolle. Se osoittautui paljon paremmaksi ratkaisuksi. (Horwitz R. M. 2010).

### Ilmanvastus

Ilmanvastus on kappaleen pinnan ja ilman välisestä vuorovaikutuksesta johtuva liikettä vastustava voima.

Newtonin vastuslaki:

$$F_v = 0,5 \cdot \rho v^2 A C_v$$

missä  $F_v$  on vastusvoima,  $\rho$  ilman senhetkinen tiheys (joka ei Maan pinnalla merkittävästi vaihtelee),  $v$  kappaleen senhetkinen nopeus,  $A$  kappaleen poikkipinta-ala kohtisuorassa liikesuuntaan nähden ja  $C_v$  niin sanottu muotokerroin, jonka arvo riippuu kappaleen muodosta (kuva oikealla). Tästä voidaan päätellä, että mitä nopeammin kappale liikkuu, sitä suurempi on ilmanvastus. Myös kappaleen poikkipinta-ala vaikuttaa ilmanvastukseen: mitä suurempi poikkipinta-ala, sitä suurempi ilmanvastus (kuvat oikealla). Pienestä poikkipinta-alasta johtuen nojapyörissä on pienempi ilmanvastus kuin pystypyö-



[http://2.bp.blogspot.com/\\_vUEhS0IU3eU/Rqeccq5yAwI/AAAAAAACW8/3zLINCKIm8/lowraceryx7.jpg](http://2.bp.blogspot.com/_vUEhS0IU3eU/Rqeccq5yAwI/AAAAAAACW8/3zLINCKIm8/lowraceryx7.jpg)

Erilaisia poikkipinta-aloja eri pyöräilytyyleillä ja pyörämalleilla. Ensimmäiset neljä kuvaa on maantiepyörällä, sitten korkea ja matala kilpanojapyörä. Alla on HPV Workers Voyage samassa suhteessa. Suurempi kerros vaatteita tekee pinta-alasta suuremman.

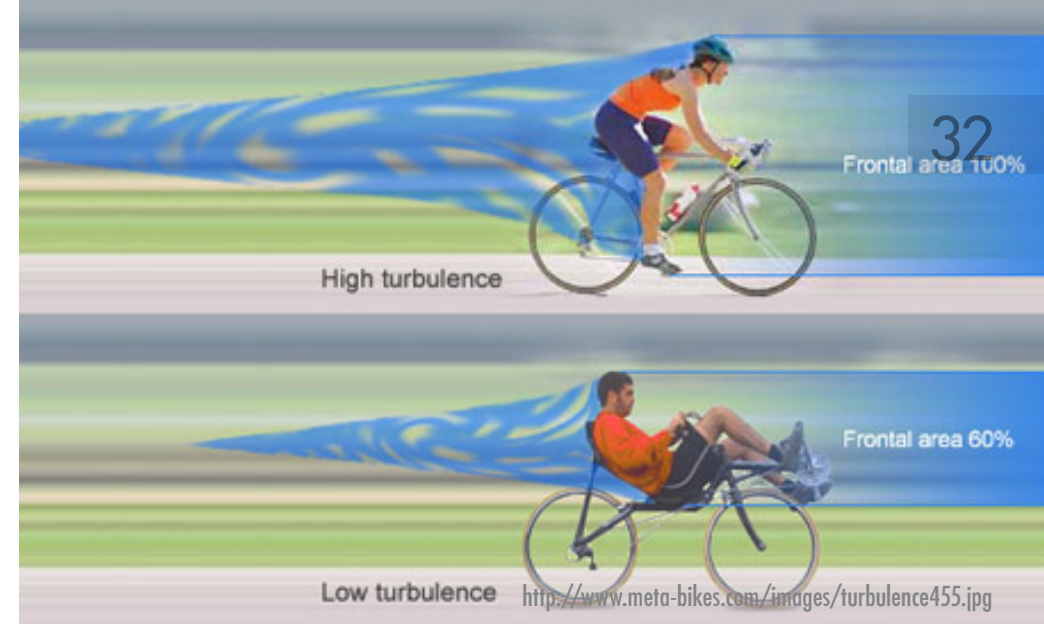




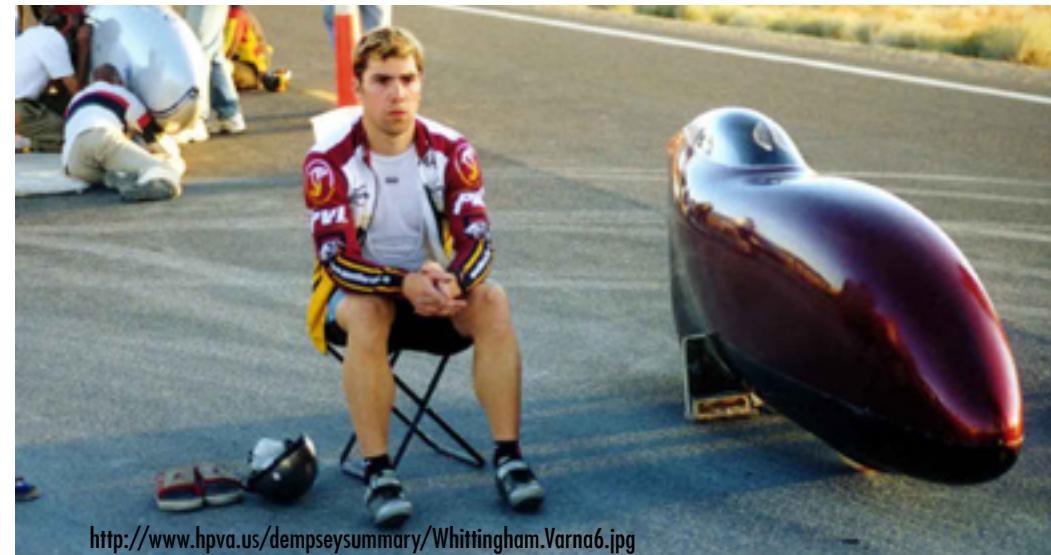
rissä, ja siten niillä pääsee yleensä nopeammin tasaisella tiellä ja alamäissä. Poikkipinta-ala on sitä pienempi mitä enemmän istuin nojaa taaksepäin (kuva oikealla). Kolmirenkaisen nojapyörän sivuille tulevat renkaat aiheuttavat enemmän ilmanvastusta kuin kaksirenkaisen nojapyörän peräkkäin olevat renkaat. Muotokerroin kertoo kappaleen virtaviivaisuudesta. Nojapyörää voi virtaviivaistaa lisäämällä siihen erilaisia katteita. Esimerkiksi etu- ja takakatteita on olemassa, samoin koko pyörän kattavia katteita (kuva oikealla alhaalla). (Wikipedia 2010a; Horwitz R. M. 2010).

Päätin tehdä pyörästä mahdollisimman matalan, jolloin saisin poikkipinta-alaa pienennettyä. Näin työmatka sujuu rattoisammin, kun pyörä on kevyempi polkea. Maan pinnan aiheuttaman kitkan vuoksi alhaalla tuulee vähemmän. Matalalla oleminen näin ollen vähentää vastatuulen hidastavaa vaikutusta, mutta myös heikentää myötätuulen helpottavaa vaikutusta.

Tein myös alustavia suunnitelmia takakatteesta, mutta tulin siihen tulokseen, että se ei ole olennainen osa työmatkapyörää, joten jätin sen myöhemmin suunniteltavien ominaisuuksien listalle.



Pystypyörien suuri ilmanvastus johtuu pyörteisestä ilmvirrasta, jonka ajaja saa aikaan. Nojapyörissä vastaava virtaus on huomattavasti pienempi.



Sam Whittinghamilla on ihmisvoimin tehty maailman ennätykset sekä nopeudessa (130,43 km/h), että tunnissa ajatussa matkassa (84,315 km). Ennätykset on tehty hyvin pienen muotokertoimen ja poikkipinta-alan omaavalla Varna Diablo -velomobiililla. (International Human Powered Vehicle Association 2010).

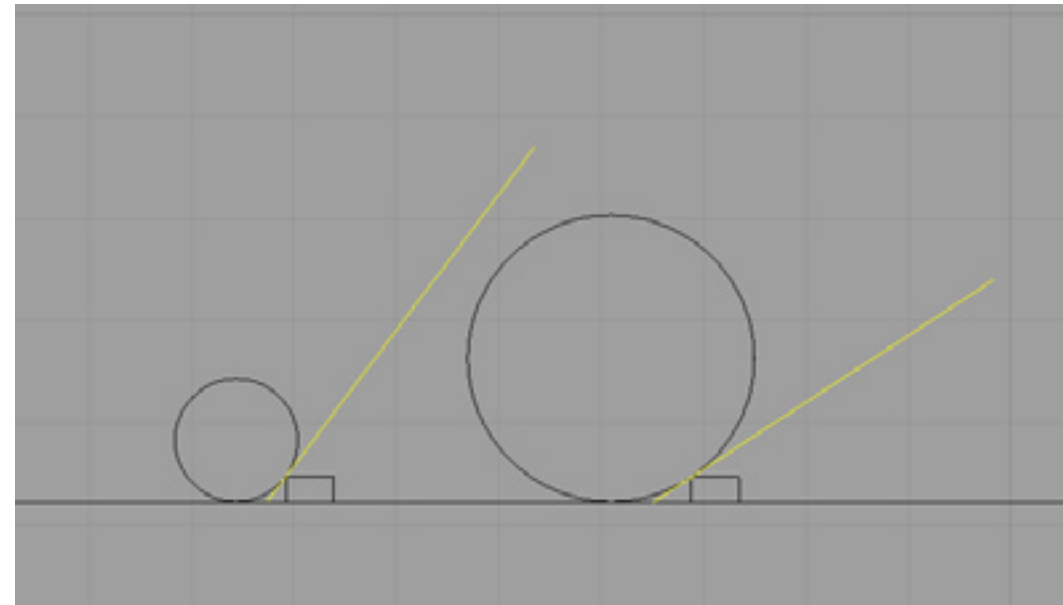


## Vierintävastukset ja renkaan koko

Eri polkupyörärenkaiden vierintävastuksista ei löytynyt mitään luotettavan tuntuista tietoa. Pari testiä oli, mutta niitä ei oltu tehty kovinkaan tieteellisin menetelmin, joten en hyväksy niiden tuloksia testien epämääräisyyden vuoksi.

Täysin tasaisella pinnalla renkaan halkaisijalla ei ole vaikutusta vierintävastukseen. Mitä epätasaisempi pinta, sitä suurempi vaikutus renkaan halkaisijalla on (kuva oikealla). Rengaspaineella, renkaan leveydellä, materiaalilla ja kuviolla on myös vaikutusta vierintävastukseen. Schwalben Kojak-renkaita on keuhuttu paljon Internetissä. Niissä ei ole lainkaan kuviota, niissä voi käyttää halutessaan suuria rengaspaineita ja materiaali on hyvin rullaavaa. Niiden sanotaan antavan mukavan pehmeän kyydin. Ohuella ja kovalla renkaalla pääsee helposti lujaa, mutta paksumpi ja pehmeämpi kumi vaimentaa tärinää. (Wikipedia 2010b; Horwitz R. M. 2010)

Valitsin ajettavaan protoon kolme 20” rengasta. Valinta toimi hyvin, vaikka pyörä oli aika raskas ajaa lumessa. Seuraavaan versioon päätin laittaa 16” renkaat eteen. 16” renkaissa pitäisi olla ”tiukempi” ajotuntuma, pienempi



Renkaan kohdatessa esteen, pienempi rengas tekee jyrkemmän muutoksen liikesuuntaansa, kuin suurempi. Siksi suurempi rengas rullaa paremmin epätasaisella alustalla.

ilmanvastus ja ajattelin niiden myös näyttävän paremmalta pyörässä. Vaihdoin kuitenkin mielipidettäni ja päädyin laittamaan myös Fly!-pyörään 20" eturenkaat. Syynä tähän oli se, että BMX-pyörissä käytetään laadukkaita 20" (406 mm) vanteita (kuva oikealla ylhäällä). Kestäviä 16" vanteita ei saa juuri mistään. Lisäksi laadukkaita 16" kumeja ei saa kuin tilaamalla ulkomailta. 20" kumeja saa sekä 406 mm että 451 mm vanteelle. Näistä 451 mm vanteelle olevat vaihtoehdot ovat harvinaisia mutta laadukkaita, ja 406 mm vanteelle on olemassa hyviä maantie- ja BMX kumeja sekä lastenpyörien kumeja (kuva oikealla alhaalla). 406 mm lasten polkupyörän kumin voi ostaa mistä tahansa alan kaupasta. Sillä pääsee jatkamaan matkaa, jos kumi hajoaa korjauskelvottomaksi matkan aikana. 451 mm kumeja on melko vaikeaa löytää Suomesta.

## 6.2 Istuimen puuproto

Istuimen ergonomia on yksi tärkeimmistä asioista nojapyörässä. Se oli myös looginen ja helppo paikka aloittaa projekti.

Aloitin tekemällä puisen mallin istuimesta. Tässä vaiheessa en vielä tiennyt tekisinkö istuimesta kovan, vai olisiko se kahden putken väliin pinnoitettu kangas. Puuprotoissa



BMX-pyörien vanteet on tehty kestäväksi.



<http://images.doba.com/products/2877/Starburst-Girls.jpg>

Polkupyörä 406 mm vanteilla.

ajatuksena oli hakea oikeaa muotoa istuimeen niin, että siinä voisi istua rennosti pitkään.

Tutkin ensin monia erilaisia kovan nojapyörän penkin malleja ja niiden perusteella piirsin itseäni miellyttävän muodon Rhinoceros 4 -ohjelmalla. Printtasin tämän muodon oikeassa koossa paperille. Tämän muodon perusteella tein kaksi vanerista profiilia, joista tuli proton runko. Rungon päälle laitoin vanerin suikaleita, joista tuli istuinosa (kuvat oikealla).

Kun tuoliin istui, se tuntui hyvältä, vaikka aika erikoiselta. Pidemmän päälle tuolissa istuminen alkoi kuitenkin tuntua epämukavalta, koska alaselässä oleva mutka oli liian voimakas. Myös istuimen vanerisuikaleet tuntuivat epämukavilta, ja niitä piti pehmustaa solumuovilla. Istuinta oli helppo muokata pistämällä pehmusteen alle solumuovisuikaleita sopiviin paikkoihin, ja niillä istuimen saikin melko mukavaksi. Se ei kuitenkaan kaareutunut selän poikittaiseen muotoon lainkaan.

Lisäsin puuprotoon vielä telineen, johon sai kiinni polkimet. Sain niiden avulla testattua, miltä tuntui polkea se-



Istuimen ensimmäinen prototyyppi.



Istuimen ensimmäinen prototyyppi testauksessa.

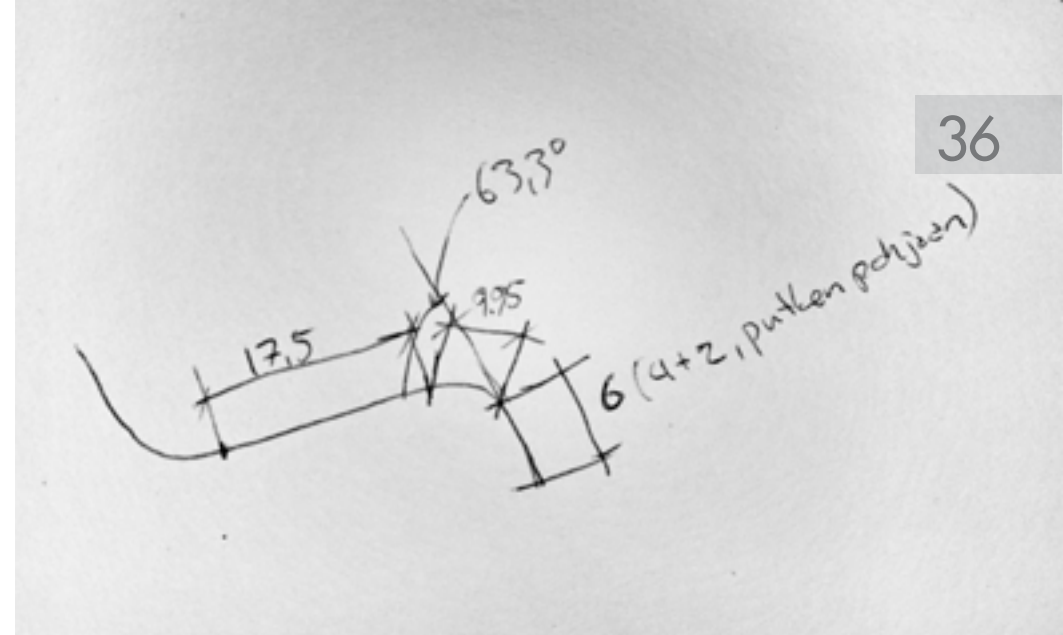


lällä maaten. Se tuntui ihan hyvältä, mutta ei vastannut oikein totuutta, koska polkimissa ei ollut minkäänlaista vastusta.

### 6.3 Istuimen toinen proto, "Edition"

Seuraavan ergonomiaprototyypin tein metallista, tavallisesta huonekaluputkesta, jonka päälle pingotin kankaan (kuva oikealla alhaalla). Istuimen perusmuoto oli hyvin lähellä aikaisempaa, mutta valmistusteknisistä syistä muutin alkuperäisen yhtenä vaihtelevana kaarena kulkeeneen istuimen profiilin sarjoiksi selkeitä mutkia ja suoria. Ergonomisin perustein loivensin alaselässä ollutta kaarretta.

Koulun uudella putkentaivutuskoneella mutkista tuli melko jyrkkiä, joten päätin vääntää putket käsin. Käsin vääntämällä kaarista tuli paljon loivempia, ja toivoin niiden silloin sopivan paremmin ihmisten muotoihin. Profiiliputkien lisäksi tein myös kolme putkea, joilla yhdistin ne toisiinsa. Yhdistävien putkien päihin hioin kolot, joilla ne sopivat tarkasti profiiliputken kylkeen. Tässä vaiheessa harjoittelin TIG-hitsaamista, koska en sitä aikaisemmin juuri osannut. Kun se alkoi sujumaan, niin hitsasin istuimen kasaan. Seuraavaksi leikkasin ja ompe-



Muistiinpanoja istuimen suunnittelusta.



Istuimen toinen proto, "Edition".

lin ulkomainoksissa käytettävästä kankaasta istuimeen päällisen. Kiinnitin sen alapuolelta korsetin tapaan, kiristettävällä nyörillä.

Istuimesta tuli erittäin mukava istua. Monet eripituiset ihmiset kokeilivat istuinta, ja kaikki pitivät sen ergonomiaa heille sopivana. Myös istuimen leveys oli sopiva. Istuimen kokeilijoina oli myös huonekalupuolen opiskelijoita sekä Kaarle Holmberg, muotoilija ja kalustesuunnittelun opettaja. Istuimen mukavuutta lisäsi se, että siinä käytetty kangas oli hieman venyvä. Ajossa olevassa istuimessa en kuitenkaan voisi käyttää venyvää kangasta, koska osa polkuvoimasta hukkuisi joustavaan istuimeen.

Puutteista huolimatta molemmista protoista oli hyötyä. Sain niillä kokeiltua missä kohdassa ohjauskahvat ja polkimet olisivat hyvät (kuva oikealla). Sain myös suunnitella istuimen rakenteen toimivaksi ajettavaa protoa varten.

## 6.4 HPV Workers Voyage

Seuraava askel oli ajettava prototyyppi. Tässä vaiheessa päätin antaa muodon tulla puhtaasti funktion kautta. Päätin myös tehdä sen mahdollisimman pitkälti käytetyistä pyörän osista ja -rungoista. Onnistuin hankkimaan



Putken taivutusta Edition-istuimeen.



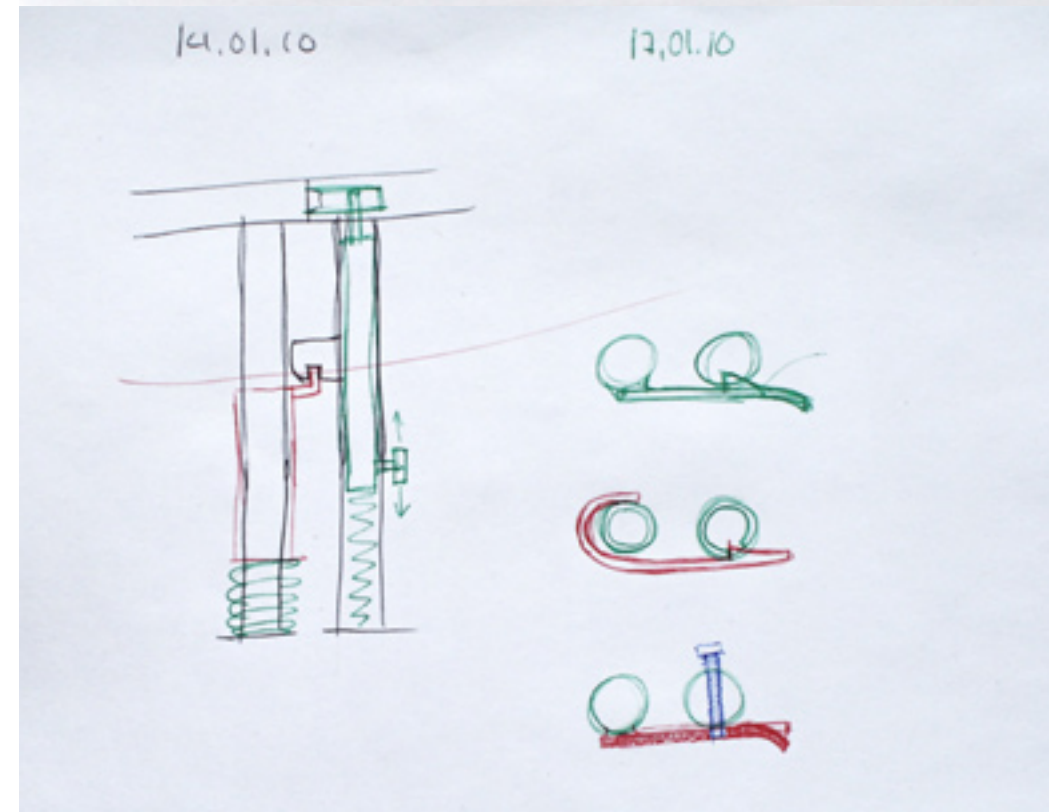
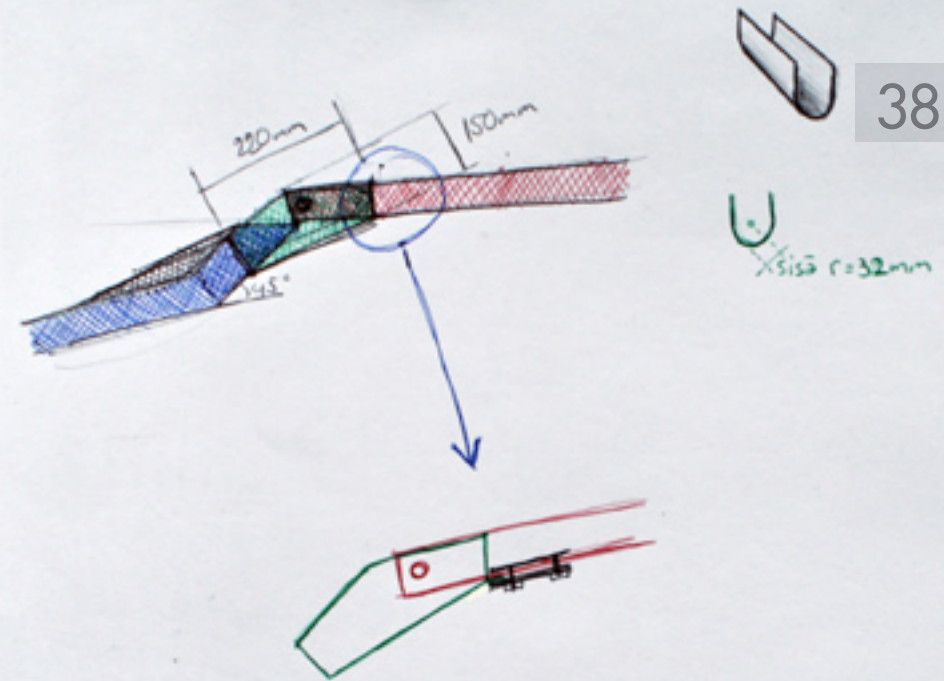
Hyvän ajoasennon hakemista.



ilmaiseksi kolme polkupyörän teräksistä runkoa, jotka soveltuivat hyvin uudelleen hitsattaviksi, sekä edullisesti muita tarvittavia osia.

Ajettavan proton valmistus alkoi pyörän runkojen pilkkomisella ja osien talteen ottamisella. Siinä oli yllättävän paljon hommaa. Myös rungon hitsaamisessa oli omat ongelmansa. Vaikeinta oli ehkä saada kaikki putket oikeaan kulmaan toisiinsa nähden, varsinkin poikkiputkien kanssa oli miettimistä. Sen toiseen päähän tulee putki olkanivelältä varten, jonka pitää olla juuri oikeassa kulmassa mistä tahansa suunnasta katsottuna. Toinen pää tuli kiinni runkoon, ja se oli saatava siihen juuri oikeaan kulmaan. Jo oikeiden kulmien selvittäminen Rhinocerosella vaati paljon aivotyötä. Sitten piti vielä siirtää kulmat metalliin.

Hitsasin ensin putket olkanivelille poikkiputkiin, sitten poikkiputket kiinni muuhun runkoon. Taivutin istuimen putket ja taakse tuen niille huonekaluputkesta. Takahaarukan otin suoraan käytetystä polkupyörästä, samoin olkanivelten putket ja polkimien keskiön. Hitsasin vielä takahaarukan ja istuimen putket kiinni runkoon. Olkanivelten akselit otin suoraan käytetystä polkupyörästä, samoin laakerit niille. Akseleiden kylkeen hitsasin



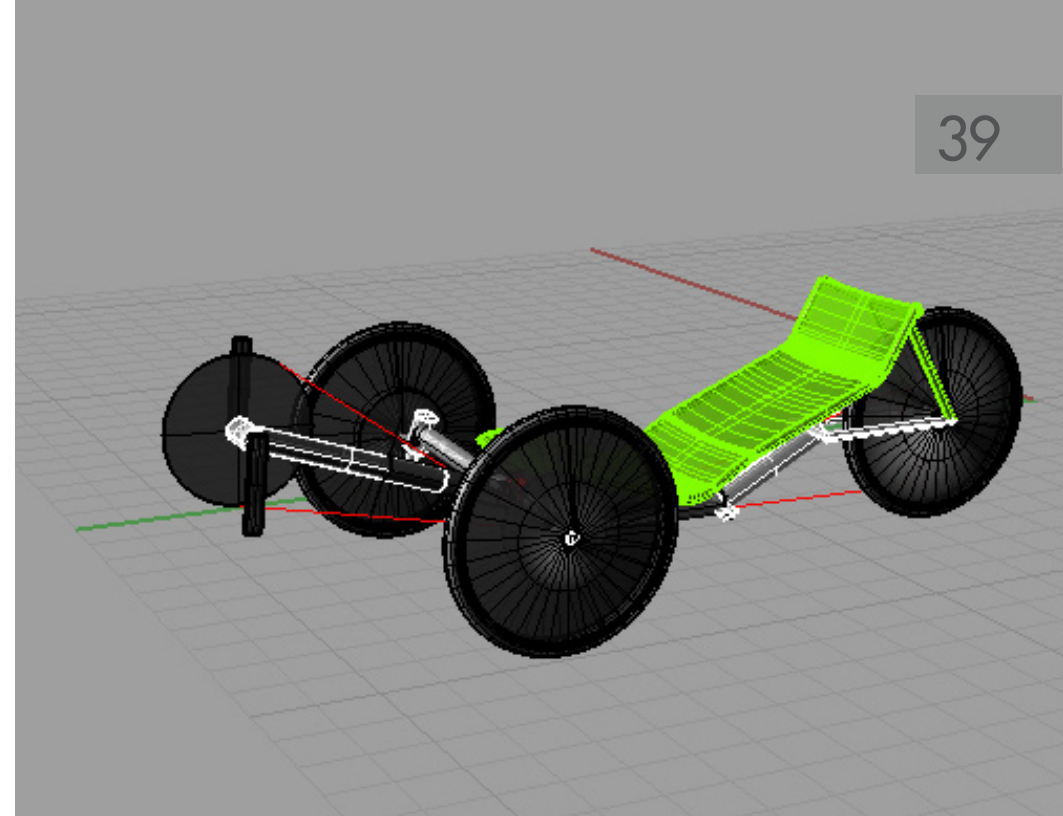


MIG:llä etuhaarukat, jotka ensin piti lyhentää 20” van-teille sopiviksi. Nojapyörän rungon hitsaamiseen meni noin 10 päivää. Kunnollisella jigillä ja paremmalla suunnittelulla ajan olisi varmasti saanut paljon lyhyemmäksi. Lisäksi aikaa meni paljon vanhojen runkojen pilkkomiseen ja hitsausaumojen poistamiseen putkien kyljistä.

### Testaus

Aloitin HPV Workers Voyagen testauksen heti, kun sillä pystyi ajamaan (kuva oikealla alhaalla). Aluksi siinä oli jarru ainoastaan takarenkaassa, ei vaihteita, tahtomekanismia, eikä ohjainkahvoja. Pyörää ohjattiin pitämällä kiinni etuhaarukoiden päistä ja jarrutettiin polkemalla takaperin. Testauksen aikana kirjoitin ylös asioita, joita käytin apuna Fly!:n suunnittelussa. Myös monet muut ihmiset kävivät pyörää sen eri vaiheissa kokeilemassa, ja heistä erityiskiitos Ville Rantalalle, joka teki pisimmän lenkin ja antoi eniten palautetta.

Suurin ongelma alussa oli takajarru. Kun pyörällä ajoi lumista pyörätietä ja jarrutti, sillä ei tuntunut olevan juuri minkäänlaista vaikutusta pyörän nopeuteen. Koska takarenkaassa ei ole kovinkaan paljon kuviota eikä sen päällä ole kovinkaan paljon painoa, pysäytetty takarengas



HPV Workers Voyagesta tehty mallinnos, sekä alla sen ensimmäisiä testejä.



vain liukui lumen pinnalla. Kun sain asennettua pyörään ohjainkahvat ja etujarrut, se pysähtyi jo huomattavasti nopeammin. Liukkaan takarenaan ja vaihteettomuuden vuoksi ylämäkiä oli kuitenkin hyvin vaikeaa päästä ylös. Asennettuani pyörään kolme vaihdetta, ylämäkien nousu helpottui hieman, ja kovalla alustalla pääsi jo ihan mukavaan poljentavauhtiin. Lisää vaihteita kuitenkin tarvitaan, kevyempiä ja raskaampia. Suunnilleen tässä vaiheessa tuli myös huomattua, että pyörän taluttaminen oli aika vaikeaa sen mataluuden vuoksi. Tasaisella pinnalla sitä oli vielä kohtuullisen helppoa työntää istuimen takaosasta, mutta jos lumisessa alustassa oli esim. autojen aiheuttamia uria, eturenkaat kääntyivät itsekseen puolelta toiselle. Tällöin taluttaminen muuttui hyvin hankalaksi ja turhauttavaksi. Ohjainkahvat ovat niin matalalla, että niistä ei käytännössä voi muutamaa metriä pitempiä matkoja taluttaa.

Taakse nojaavan ajoasennon vuoksi ylöspäin näkee huomattavasti helpommin kuin tavalliselta satulalta katsellessa (kuva oikealla). Myös maisemia on mukavampi katsella nojapyörän päältä. Pyörän selästä taaksepäin katsominen on hieman hankalaa, mutta ei hankalampaa kuin tavallisen maantiepyörän päältä. Varsinkin testausjakson alkupuolella oli paljon lunta. Tien vierille kasaantuneet

lumipenkat haittasivat sekä pyörän ajajan näkymiä, että pyörän näkyvyyttä. Lumien sulettua on huomattavasti helpompi havainnoida ympäristöään. Kirkas maalipinta auttaisi vielä pyörän näkyvyyden kanssa.

Pyörä herätti paljon huomiota. Lasten suusta tuli usein innokkaita ”Kattokaa mikä pyörä, siistii!” -tyylisiä huudahduksia. Aikuisten ilmeet vaihtelivat laidasta laitaan: oli kaikkea epäluuloisen ja riemastuneen ilmeen väliltä.





Ala-aste-ikäiset ja eläkeläiset tuijottivat avoimesti, useimmat muut yrittivät katsella sivusilmällä (kuva oikealla ylhäällä). Melkein joka päivä keskustassa ajellessani joku tuli kysymään tai kommentoimaan jotain, yleensä positii-visessa hengessä. Myös autoilijat katsovat pyörää pitkään, mikä voi aiheuttaa muille vaaratilanteita.

Pyörässä ei ollut lokasuojia, joten sen sisäänpäin kallistetut eturenkaat heittivät aika paljon lunta syliin ajettaessa irtolumessa. Lumien sulettua renkaat heittivät aika paljon vettä syliin. En löytänyt mistään sopivia etulokasuojia protoon, enkä ehtinyt niitä tekemään. Lumessa ajaminen oli odotetusti raskasta. Pienissä renkaissa on epätasaisella pinnalla suurempi vierintävastus kuin suuremmissa. Pieniä renkaita on protossa kolme, jotka kaikki kyntävät lumihankeen oman uransa. Kaksirenkaisissa pyörissä renkaat menevät samaa uraa pitkin. Lisäksi takarenkään huono pito vielä hukkasi usein osan voimasta sutimiseen. Mäen laskeminen pyörällä on kuitenkin hauskaa, vähän syvemmässäkin lumessa (kuva oikealla alhaalla).

Talvella ajoin protolla -20°C pakkasessakin. Nojapyörän istuimessa istuessa takin selkämys litistyy eikä enää eristä niin hyvin. Varsinkin kovemmilla pakkasilla tämä oli on-





gelma, kunnes tajusin laittaa ohuen retkipatjan selkänö-  
jaan. Tämä esti tuulen pääsemistä selkänöjan läpi ja läm-  
mitti selkää. Nojapyöräillessä jalat tuntuivat lämpimäm-  
miltä kuin tavallisella pyörällä ajaessa. Luulisin tämän  
johtuvan siitä, että tavallisella pyörällä ajaessa tuuli osuu  
jalkoihin kohtisuoraan, ja nojapyörällä ilmavirta menee  
jalkojen myötäisesti.

Triken käyttäytyminen on paljon lähempänä auton kuin  
polkupyörän käyttäytymistä (kuva oikealla ylhäällä).  
Tiesin tämän jo ennen kokeilemista, mutta vasta kun tri-  
kellä pääsi itse ajamaan, sen oikeasti tajusi. Trikellä ajami-  
nen on hauskaa. Kaikilla sitä kokeilleilla ihmisillä on ollut  
iloinen virne naamalla, ja sitä vastaavia ovat olleet myös  
kommentit kokeilun jälkeen.

Trikeä ei saa kaatumaan kääntymällä jyrkästi, koska se  
oli niin leveä ja matala, että eturenkaat alkavat luistamaan  
ennen kuin pyörä alkaa kallistumaan (kuva oikealla al-  
haalla). Pyörän sai kuitenkin talvellaan kaatumaan, jos  
kääntyi hyvin jyrkästi suuressa nopeudessa, ja sisäkurvin  
puoleisen eturenkaan alle jäi 10 senttimetriä korkea kum-  
pare. Pyörän mataluudesta johtuen kaatuminen ei ollut  
niin täräyttävä kokemus, kuin tavallisella pyörällä kaatu-



Trike käyttäytyy kuin auto, mikä tekee ajamisesta aivan erilaista tavalliseen polkupyörään verrattuna.

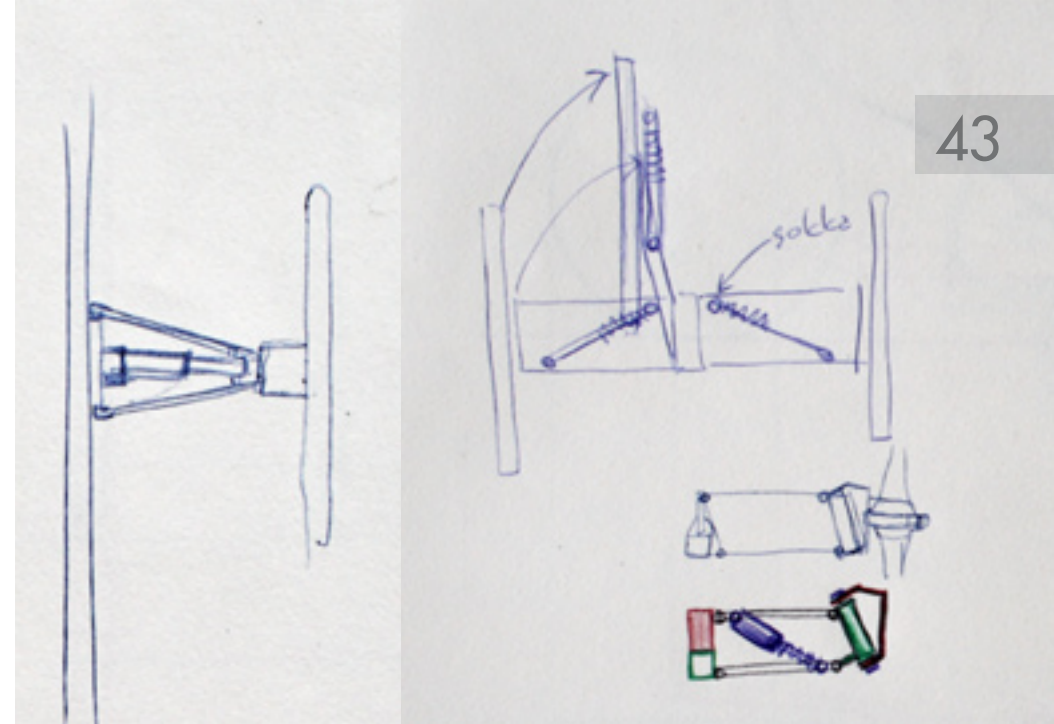


HPV Workers Voyagea on vaikeaa saada kaatumaan, vaikka yrittäisi.

minen, vaan se oli enemmänkin kierähdys. Matalalla no-japyörällä on huomattavasti hankalampi murtaa ranne tai lonkkaluu, kuin pystypyörällä.

Pyörä osoittautui yllättävän kestäväksi. En mitenkään yrittellyt käsitellä sitä varovasti testatessani sitä. Odotin, että se olisi mennyt jostain kohdasta rikki, niin olisin tiennyt mikä kohta pitää tehdä vahvemmaksi. Kaikesta kovasta kohtelusta huolimatta pyörä on pysynyt ehjänä.

Harkitsin suunnitellessani pistäväni pyörään jousituksen (kuva oikealla). Kokeiltuani jousittamatonta HPV Workers Voyagea en katsonut jousitusta tarpeelliseksi. Kuoppaan ajaminen tuntuu paljon vähemmän kuin tavallisella maantiepyörällä. Jos siihen osuu yksi eturengas, pyörä vaan heilahtaa hieman. Jos siihen osuu takarengas, pyörän tärähdys jakautuu tasaisesti koko selkään eikä keskity yhdelle pienelle alueelle jalkojen väliin. Toisaalta, jos ajaa poikittaiseen uraan kovalla vauhdilla niin, että molemmat eturenkaat osuvat siihen yhtä aikaa, trike kyllä tärähtää aikalailla. Silloinkin tärähdys jakaantuu suuremmalle alueelle kuin pystypyörällä, joten se ei tunnu niin pahalta. Pystypyörällä voi toki kohottaa itsensä ylös penkistä, jolloin takapuoleen ei satu.



Varhaisia suunnitelmia etujousitukselle. Etujousitus tuo kuitenkin helposti kallistusongelmia kaarteissa.

HPV Workers Voyagessa oli myös selviä virheitä, jotka oli tosin aika helppo korjata. Esimerkiksi polkiessa ketju otti istuimeen kiinni. Siirsin ketjuohjuria, jolloin ketjulinja siirtyi alemmas (kuva seuraavalla sivulla). Ohjaus oli liian herkkä. Säädin ohjauskulman kohdalleen, niin pyörän käyttäytyminen rauhoittui. Ohjaus jäi edelleen hyvin herkäksi, mutta enää se ei ollut niin villi arvaamattomalla tavalla. Kun ohjaukseen on tottunut, voi suuriakin mäkiä laskea alas vauhtia hidastamatta. Etupuomi taipui liikaa poljettaessa voimalla ja polkimet olivat liian matalalla.

Tähän auttoi, kun siirsin poljinputken paikkaa ylemmäs samalla, kun lisäsin siihen saranan. Lisäksi laitoin pienet tukipalat poikkiputken ja poljinputkien väliin.

Taittomekanismi toimii hyvin. Sen eräs suunnittelukriteeri oli, että jos sen lukitusmekanismi pettäisi ajon aikana, pyörä olisi edelleen turvallinen. Taittomekanismin tekemisen jälkeen ajoin 50 kilometriä, ennen kuin asensin taittomekanismille lukitusmekanismin. Pyörällä pystyi hyvin ajamaan ilman lukitusmekanismia, koska pyöräilijän paino pitää taitoksen oikeassa asennossa. Jos tukee itsensä kokonaan polkimiin ja istuimen takaosaan esimerkiksi takkia suoristaessa, taittuu pyörä vähän. Myös suurimmissa töyssyissä voi hetkittäin istuin hieman aueta. Lukitusmekanismi kuitenkin korjasi nämä ongelmat.

## 6.5 Käyttäjänäkökulma

Kyselyn mukaan työmatkallaan 58% ihmisistä kantaa tavaraa sen verran, että ne mahtuisivat kahteen pyörälaukuun. 38% pärjäisi yhdellä laukulla. Hyvin harvat tarvitsivat enemmän kantotilaa

Kysyessäni mikä on tärkeää kokoontaittuvassa nojapyö-



HPV Workers Voyagen ketjun ohjuri

rässä, tärkeänä pidettiin yleisesti taittamisen nopeutta, ovista mahtumista, pyörän ergonomiaa, nopeutta ja ketteryyttä. Lisäksi kommentoitiin näin (suluissa oma vastaukseni):

- Helpot vara-osat. (Pyörä käyttää vain tavallisia pyörän osia.)
- Kosteassa kelissä ei kura roisku niin että pitäisi olla joku kokovartalokondomi päällä. (Lisävarusteena myydään lokasuojia.)
- Että mokoma laite toimii kunnolla. (Pyörä on kestävä ja hyvin suunniteltu).



- Pyörän ulkomuoto, sillä en tahdo kulkuvälineeni näyttävän ladossa kasatulta protolta - ellei se sitä todellisuudessa ole. (Fly! näyttää hyvältä! Upean muotoilun päälle pintasilauksen antaa ammattilaisen tekemä kestävä pulverimaalikerros.)
- Että rakenne tuntuu tukevalta eikä "woblaa". (Kolmiorakennetta hyödyntävä runko on tukeva.)
- No että siihen saa tuhlattua kaiken palkan kuten nykyisiin fillareihin, eli ultegraa jne pitää löytyä. (Halutessaan pyörän voi tilata huippuosilla.)
- Pyörän huoltamisen ei pitäisi olla normaalin polkupyörän huoltamista vaikeampaa. (Pyörässä olevat huoltoon kaipaavat osat ovat yhtä helppoja huoltaa kuin tavallissakin pyörissä, koska osat ovat vastaavia.)
- Esim sähkömoottorin lisääminen. (Sähköavusteisuus tulee olemaan yksi vaihtoehto.)
- Hinta. (Pyörän voi halutessaan tilata edullisilla komponenteilla, jolloin hinta laskee.)
- Näkyvyys liikenteessä. (Pyörään voi liittää kirkkaan värisen viirin, joka parantaa näkyvyyttä (kuva oikealla). En kuitenkaan suosittele näin matalalla pyörällä ajamista kaupungilla autojen seassa.)
- Keveys, pidän kevyistä kulkuvälineistä, joita on helppo hallita ja pääsee tarvittaessa kovaa. (Fly!:n myyntiversiot

tulevat olemaan alumiinirunkoisia, joka tekee niistä entistäkin kevyempiä ja nopeampia. Hyvä ohjausgeometria tekee pyörästä helpon hallita.)

Pyysin ihmisiä kuvailemaan yhdellä tai kahdella sanalla minkälaisella trikellä he itse mieluiten ajaisivat. Vastaukset vaihtelivat sohvamaisesta virtaviivaiseen, mummopyörästä helevetin nopeaan ja taviksesta ultra-moderniin matkasukkulaan (kuva seuraavalla sivulla ylhäällä). Ehdottomasti suosituin vastaus oli kuitenkin



Matalan nojapyörän näkyvyyttä liikenteessä voi yrittää parantaa lisäämällä siihen viirejä tai lippuja.

”sporttinen”.

## 6.6 Fly!

Teknisiltä ratkaisuiltaan Fly! oli hyvin paljon HPV Workers Voyagen kaltainen. Se rajoitti visuaalisen ilmeen suunnittelua paljon: monien asioiden pitää olla juuri tarkasti kohdallaan, eikä niitä voi peitellä mitenkään. Liikkumavaraa toki oli. Olin jo aikaisemmin päättänyt tehdä pyörästä nopean näköisen, melko pelkistetyn ja huomiota herättävän. Myös tekemääni Internet-kyselyyn vastanneista suurin osa oli samoilla linjoilla.

Ajettuani HPV Workers Voyagella vakuutuin siitä, että kaupungilla trike herättää huomiota, näytti se miltä tahansa. Medianäkyvyyden vuoksi pyörän pitäisi kuitenkin herättää huomiota myös nojapyöriin tottuneiden keskuudessa ja ollessaan muiden nojapyörien joukossa.

Nopeaa, dynaamista ulkonäköä tukee jo pyörän lähes äärimmäinen mataluus (kuva oikealla). Etsiessäni pyörää varten teräsputkia, satuin törmäämään aerodynaamisella profiililla varustettuun putkeen. Siitä sain idean laittaa kaikkiin pyörän poikittaisiin putkiin, eli istuimen alle ja eturenkaiden poikkiputkeen aerodynaamisen profiilin



Greenspeed Glyde: Päivittäiseen ajoon tarkoitettu ”ultramoderni matkasukkula”.



HPV Workers voyagen matala profiili.



(kuva oikealla ylhäällä). En usko, että siitä kuitenkaan on käytännössä muuta kuin visuaalista hyötyä.

Välillä halusin pyörän olevan ulkonäöltään voimakkaita ja jopa ristiriitaisia tunteita herättävän. Suunnittelin käytäväni keskenään riiteleviä värisävyjä ja jyrkkiä kontrasteja. Tein maalauskokeiluja pulverimaalilla (kuva oikealla alhaalla). Yritin saada aikaiseksi kaksivärisen pinnan, mutta se ei oikein onnistunut. Ainoa tapa, jolla sain tarpeeksi hyvän rajapinnan, oli tehdä siitä liukuva. Sitä en kuitenkaan halunnut, joten hylkäsin suunnitelman kaksivärisestä pulverimaalatusta rungosta. Ruiskumaalilla se kyllä onnistuisi. Pohdittuani ulkonäköä enemmän, päätin kuitenkin hieman rauhoittaa ilmettä. Pyörästä pitäisi kuitenkin saada myyvän näköinen, ja liian räikeä pyörä ei olisi sitä.

### Tekniset muutokset

Ulkonäöllisesti suurin tekninen muutos oli eturenkaiden kiinnityksessä. HPV Workers Voyagessa eturenkaat olivat kiinni molemmilta puolilta etuhaarukan välissä. Fly!:ssä eturenkaat ovat kiinni vain toiselta puolelta. Tämän mahdollistaa rankempaan alamäkiajoon tarkoitettut maastopyörän etunavat, joissa on 20 mm paksut akselit.



Koska en saanut sopivaa valmista profilia, valmistin sitä itse. Nämä kappaleet ovat menossa Fly!-n istuimen alle saranamekanismiin.



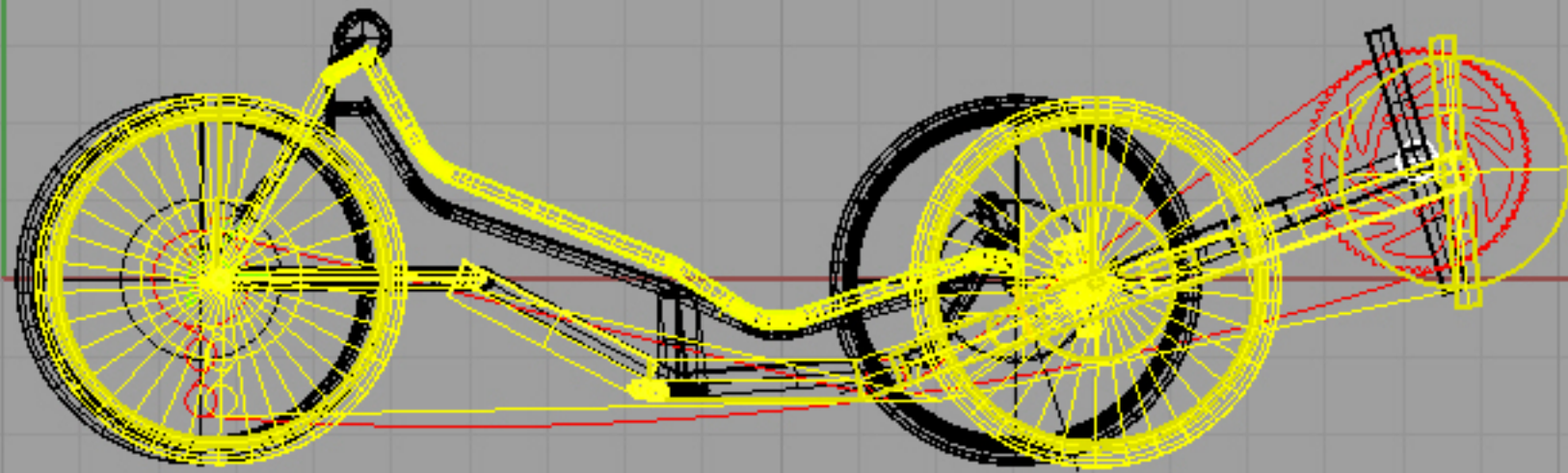
Pulverimaalauskokeiluja. Ainoastaan viimeisenä oikealla oleva onnistui.



Normaalisti polkupyörissä akselit ovat 10 mm halkaisijaltaan, joissakin lastenpyörissä jopa vain 8 mm.

Pienentääkseni kääntösädettä, siirsin eturenkaita noin 10cm taaemmas. Olin HPV Workers Voyagella kokeillut, että näinkään suuren eturenkaiden paikanmuutoksen ei

pitäisi vielä saada takarengasta nousemaan äkkinäisessä jarrutuksessa. Tällä kertaa loin myös toimivan ohjausgeometrian, kuten jo aikaisemmin mainitsin. Myös muuta pientä hienosäätöä tein runkoon, ja näillä toimenpiteillä sain rungon taittumaan huomattavasti aikaisempaa pienempään tilaan.



HPV Workers Voyagen ja Fly!-n runkojen erot. HPV Workers Voyage on kuvassa esitetty keltaisella värillä.



## 7 LOPPUTULOS - FLY!

Tätä kirjoittaessa Fly! on edelleen hieman kesken, johtuen runkoputkien saamisen viivästymisestä ja Eyjafjallajökull-tulivuoren purkautumisen aiheuttamasta komponenttien jäämisestä Englantiin. Pyörän runko maalattiin Propinta Oy:ssä.



























## 7.1 Tarvikkeet

Lisäosina pyörään voi hankkia tarvitsemansa tarvikkeet. Pyörään saa asennettua mm. lokasuojat, tavaratelineen, peilin, valot, pysäköintijarrun, takakatteen, levyvanteet, sekä kiinnityksen matkatietokoneelle ja GPS:lle.

## 7.2 Jatkokehitys

Runko pitää suunnitella paljon yksinkertaisemmaksi rakentaa. Siinä on aivan liian monta liitosta, ja siten sen tekemiseen menee aivan liian kauan. Lisäksi osa liitoksista on hyvin vaikeita toteuttaa. Myös itse tehtyjen profiilien käyttöä pitää harkita, jos pyörää alkaa teollisesti valmistamaan. Ne voi korvata joko ympyräprofiilisilla putkilla, tai pitää löytää jostain valmiiksi oikeanmallista putkea. Pyörän kestävyys pitäisi myös tutkia laskennallisesti. Sen perusteella pyörää voisi optimoida kevyemmäksi. Pyörän valot voisi integroida suoraan runkoon, jolloin ne olisivat paremmin suojassa vandalismita ja varkauksilta. Näin ne voisi myös laittaa päälle helposti yhdestä kytkimestä.

## 7.3 Jatkosuunnitelmat ja malliston laajennus

Ajelllessani sekä protolla että Fly!:lla ympäri Lahtea, pyörät ovat herättäneet paljon kiinnostusta. Olen tehnyt alustavia suunnitelmia oman firman perustamiseksi. Idea on myydä itse suunniteltuja nopeasti kokoontaituvia no-japyöriä suomalaisille ja muille eurooppalaisille. Teetän rungot joko Suomessa tai Aasiassa, tilaan komponentit tarvittaessa jokaiseen pyörään erikseen. Istuimen tekemisen ja pyörän kasaamisen hoidan itse. Näin voisin aloittaa firman pienillä aloituskustannuksilla esimerkiksi jonkin toisen työn ohessa, ja saavuttettuani suuremmat markkinat, voin siirtyä yksinomaan hoitamaan firmaani.

### Mallisto

City-mallissa on pystympi selkänoja, jotta sen päältä näkee paremmin. Se voi myös olla hieman lyhyempi ja kapeampi, koska sen ei tarvitse olla niin nopea kaarteissa, ja sillä on silloin helpompi ajaa väkijoukossa. City-mallia varten riittää se, että Fly!:n runkoa muuttaa hieman. Muiden mallien kanssa pitää tehdä huomattavasti enemmän muutoksia.

Mummo-mallissa istuin on korkeammalla ja selkänoja on jyrkempi. Nämä ominaisuudet tekevät siitä helpomman



käyttää vanhuksille ja liikuntarajoitteisille.

Maasto-mallissa on isommat renkaat, erillisjousitus ja suurempi maavara, jotka tekevät tästä laitteesta ihanteellisen maaseudun huonokuntoisille teille.

Mini-malli mahtuu junan hattuhyllylle. Se taivuu hyvin pieneksi, mutta taivuttamiseen voi mennä hieman enemmän aikaa. Riippuen taivuttomenetelmästä, istuimeen voisi ehkä laittaa reppuhihnat. Näin pyörän voi heittää selkäänsä, kun sillä ei voi ajaa, esimerkiksi sisätiloissa. Pyörätuolien taivutmekanismi voisi olla yksi lähtökohta mini-mallin kehittämiseksi.

Tandem-malli on nojapyörä, jota kaksi pyöräilijää voi käyttää samaan aikaan. Tämän voi järkevästi toteuttaa kolmella eri tavalla. Perinteinen tapa tandemissa on pistää ajaja ja apukuski peräkkäin. Nojapyörissä ilmanvastuksen kannalta parempi vaihtoehto on laittaa taaempi henkilö polkemaan selkä edellä. Tämä ei kuitenkaan ole ehkä mukavuuden kannalta se paras vaihtoehto, vaikka keskustelu ehkä onkin helpompaa. Kolmas vaihtoehto on laittaa pyöräilijät vierekkäin. Suomen lain mukaan (Asetus ajoneuvojen käytöstä tiellä 4.12.1992/1257 28 §) kaksipyöräisen

polkupyörän suurin sallittu leveys on 25 §:n 1 momentista poiketen 0,80 metriä ja useampipyöräisen polkupyörän suurin sallittu leveys on 1,25 metriä. 1,25 metriä on tarpeeksi paljon, jotta siihen mahtuisi kaksi ihmistä vierekkäin. Se on kyllä aika paljon leveyttä tien pientareella ja pyörätiellä ajamiseen. Tandemista tulee joka tapauksessa niin suuri, että se on kokoontaitettunakin hankalan kokoinen. Helppoa säilytettävyyttä ajatellen siitä pitäisi tehdä kahteen tai useampaan osaan menevä.

### Kustomointia

EU:n alueella moottoriavusteiset polkupyörät ovat sallittuja, kunhan moottori ei toimi jos ei polje, tai jos nopeutta on yli 25km/h. On olemassa valmiita paketteja, joilla saa polkupyörästä tehtyä suhteellisen helposti sähköavusteisen. Vähän tehokkaammalla moottorilla voisi pyörästä tehdä mopon. Mopoja kuitenkin säädellään huomattavasti tarkemmin kuin polkupyöriä, joten sitä varten pitää ottaa selvää asiaa koskevista säädöksistä ja menettelytavoista.

Komponenttien kustomointi -palvelun avulla ihmiset saavat itse valita minkälaiset komponentit he haluavat pyöräänsä. Valittavana on kolmen eri hintaluokan valmiit osasarjat tai kokonaan komponentti komponentilta asiak-

kaan itse valitsevat osat. Näin ”gramman viilaajat”, jotka haluavat vain parhaita ja kevyimpiä osia pyöräänsä saavat laitettua siihen haluamansa osat, ja toisaalta myös varallisuusrajoitteiset pyöräilyn harrastajat saavat kulkupelinsä huomattavan paljon edullisemmin.

Painonpudottajille, jotka ovat vielä matkansa alkutai-paleella, on mahdollista saada ainakin city- ja mummo-mallit paksuseinäisemmästä putkesta tehtynä. Pyörien painoraja voisi olla esimerkiksi 160kg (kuva oikealla).

Pyörään voi lisätä suoraan sopivan takakatteen, joka pienentää ilmanvastusta. Tämä kate toimii myös tavaroiden suojana. Katteen suunnittelussa pitää ottaa huomioon kokoontaittuvuuden haasteet: jotta pyörä menisi kate päällä kokoon, on katteen oltava kokoontaittuva tai sen pitää kestää se, että pyörä on katteen varassa ollessaan taitettuna. Etukatteitakin on olemassa, mutta pyörän taittomekanismi ei oikein toimi samaan aikaan niiden kanssa.

Pyörän voi peittää myös kokonaan katteella, jolloin ajaja on huomattavasti paremmassa suojassa sateelta ja kuralta. Tällaisen katteen kanssa pitää kuitenkin ohjaus muuttua niin, että kädet ovat kapeammalla alueella.

Kokoontaittuvuus vaikuttaa hyvin haastavalta toteuttaa kokonaisen katteen ollessa kiinnitettynä pyörään, mutta ehkä sekin voisi olla mahdollista, kun asiaan tarpeeksi paneutuu. Jonkinlaisia kompromisseja varmasti joutuu tekemään.



<http://damon.durandfamily.org/myimages/Trike-Parked.jpg>

Joitakin malleja on saatavilla myös raskasrakenteisemmille ajajille.

# 8 ARVIOINTI

## 8.1 Tuote

Tarkastelen tuotetta suhteessa asetettuihin tavoitteisiin. Tavoitteena oli tehdä nopeasti kokoon ja auki taittuva kolmirenkainen nojapyörä päivittäisille työmatkoille. Pyörän piti olla nopea, ja sen piti olla myös talvikäyttöön sopiva. Ulkonäöllisesti tuotteen tavoitteena oli olla vauhdikas ja tyylikäs, ja ajo-ominaisuuksien piti olla hyvät myös kovassa vauhdissa.

Taittomekanismi on ylivoimaisesti nopein, mitä olen missään nähnyt. Taittamisaika yhteen suuntaan on vähentynyt muiden vastaavien tuotteiden noin minuutista kolmeen sekuntiin. Pyörän koko taitettuna on myös yksi pienimmistä, koska se taittuu kolmeen osaan, eikä kahteen, kuten kilpailijoiden mallit. Pyörää taitettaessa siitä ei myöskään tarvitse irroittaa mitään osia, kuten kiristuspultteja tai istuimia. Näin siitä ei myöskään häviä mikään osa, eikä irto-osien säilyttämistä tarvitse erikseen miettiä.

Mataluutensa ja leveytensä vuoksi pyörää ei voi suositella

kaikille työmatkoille. Se oli tosin jo selvillä heti prosessin alusta lähtien. Pyörä ei esimerkiksi sovi ajettavaksi vilkkaan liikenteen sekaan, mutta pyöräteille se sopii oikein hyvin. Toisaalta mataluutensa ja leveytensä vuoksi se on varsinkin kovissa vauhdeissa kaarteissa turvallisempi, koska se ei kaadu kovinkaan helposti. Loivan istuimen kulman takia polkimille ei saa välitettyä aivan yhtä suuria maksimivoimia kuin jyrkemmissä istuimissa. Mataluus myös vähentää ilmanvastusta, minkä takia pyörällä on kevyempi polkea kovempia vauhteja. Tämä tekee työmatkan taittamisesta rattoisampaa.

Talvella Fly!:n ajaminen on mahdollista, mutta melko raskasta jos pyörätiet ovat huonosti hoidettuja. Se ei kaadu liukkauden takia, kuten kaksirenkaisilla pyörillä helposti käy. Talvisia kelejä varten pyörään on mahdollista hankkia nastarenkaat, jolloin liukkaus häittää vielä vähemmän. En päässyt testaamaan pyörää loskakelillä niin, että siinä olisi kunnolliset lokasuojat.

Fly!:n ergonomia toimii hyvin. Istuin on mukava ja pyörällä on kaikin puolin hyvä ajaa. Varsinkin pidemmällä reissuilla tämä on erittäin tärkeää. Ohjaus toimii hyvin, ja tuntuu vakaalta myös suurissa nopeuksissa. Se oli suuri



parannus HPV Workers Voyagesta.

Ulkonäöllisesti pyörä on mielestäni onnistunut, vaikka se olisi ehkä voinut vielä hieman enemmän erottua kilpailijoistaan. Se näyttää uskottavalta vaihtoehdolta trikeä valittaessa, eikä miltään ladossa kootulta protolta. Se näyttää nopealta ja virtaviivaiselta. Olen myös tyytyväinen viimeistelyn tilaan.

Fly!-ssa on vielä paranneltavaa, ennen kuin se on valmis teollisesti valmistettava tuote. Sellaisen tekeminen siitä ei kyllä ollut missään vaiheessa tavoitteenanikaan. Fly! on kaikenkaikkiaan erittäin onnistunut tuote ja olen siihen hyvin tyytyväinen.

## 8.2 Prosessi

Prosessi on ollut mielenkiintoinen. Tiesin heti aloittaessani työtä olevan erittäin paljon, mutta toisaalta aikaakin oli puolisen vuotta. Prosessi lähti liikkeelle rivakasti tiedonkeruulla ja protojen tekemisellä, ja jo jouluna minulla oli ajokuntoinen prototyyppi. Luonnoksia syntyi koko ajan, ja mallinnokset etenivät.

Ongelmia tuli oikeastaan ensimmäisen kerran vasta, kun

yritin löytää itselleni sopivaa terästä. Suurlujuusteräksen hakemisen olisin voinut aloittaa paljon aikaisemmin, samoin sponsorien ja apurahojen hakemisen. Ajatuksenani oli, että tekisin ensin proton valmiiksi, niin saisin sen avulla mahdolliset tuet helpommin. Siinä vaiheessa kuitenkin alkoi olemaan jo kiire, ja neuvottelut vasta alkoivat. Työn fyysiseen toteutukseen tuli näin pitkä tauko. Sinä aikana hain vielä lisää tietoa, mutta olisin voinut jo kirjoittaa kirjallista osuutta aktiivisemmin. Kun vihdoinkin sain suurlujuusputket käsiini, piti aikataulua tiivistää huomattavasti siitä, mitä olin sen alunperin suunnitellut olevan.

Mitä sitten opin? Ensinnäkin sen, että byrokratia, hakuprosessit ja neuvottelut vievät aikaa. Ne pitää aloittaa hyvissä ajoin. Toiseksi tutustuin myös minulle aivan uuteen pyöräilykulttuurin lajiin, nojapyöriin, ja opin työstämään metallia. Kolmanneksi opin suunnittelemaan tuotteen tiukoissa teknisissä rajoissa ja opin viemään muotoiluprosessin läpi, alusta loppuun asti itsenäisesti.

Käyttämäni menetelmät, luonnostelu, mallinnus ja protot, sekä tekemäni Internet-kysely ja käyttäjätutkimus, olivat tähän projektiin oivallisia. Luonnostelulla hain

muotoa ja pohdin taittuvuuden mahdollisuuksia, ja mallintamalla viimeistelin taittomekanismit ja tein itselleni selvät suunnitelmat protoja varten. Protoilla varmistin mallintamalla tehtyjen ratkaisujen toimivuuden, sekä testaamalla niitä itse, että kysellen muiden käyttäjien mielipiteitä. Internet-kyselyllä sain vielä lisää tietoa ja varmistuksia omille ratkaisuille.

Tausta-ainestoni laajuus oli mielestäni sopiva ja se oli tarkoituksenmukainen. Lisäksi tosin aihe alkoi kiinnostamaan laajemminkin, ja tulin lukeneeksi esimerkiksi täysin katettujennojapyörien aerodynamiikasta, vaikka en missään vaiheessa sellaista tähän projektiin suunnitellutkaan. Minulla oli aika tieteellinen ote koko prosessiin triken suunnittelusta lähtien, joten mielestäni oli loogista lähteä purkamaan työmatkaakin siitä tehtyjen tilastojen ja tutkimusten pohjalta.

Viivästymisistä huolimatta olen tyytyväinen prosessiin kokonaisuudessaan. En tiedä onko opinnäytetyöni erityisen merkittävä puhtaasti ulkonäöllisillä kriteereillä arvioituna, mutta muut muotoilun kannalta merkittävät tekijät, esimerkiksi tuotteen käytettävyys, elinkaariajattelu ja markkinoitavuus siinä ovat kohdallaan. Lisäksi se on mielestäni merkittävä edistysaskel kokoontaitettavien kolmirenkaisten nojapyörien maailmassa.

3TracksintheSand 2009. Review of Scorpion FS and HP Velotechnik Trikes Part 3. 'BentRider Online [viitattu 22.04.2010]. Saatavissa: <http://www.bentrideronline.com/messageboard/showthread.php?t=49886>

Eland P. 2009. Flying challenge. Velovision 33 march 2009 Sample Article [viitattu 22.2.2010]. Saatavissa: <http://www.challengebikes.com/documents/velovision-alize.pdf>

Greenspeed 2010. The GT5 Series II folding trike [viitattu 23.2.2010]. Saatavissa: <http://www.greenspeed.com.au/gt5.html>

Horwitz R. M. 2010. The Recumbent Trike Design Primer (Version 8.0) [viitattu 23.4.2010]. Saatavissa: [http://www.hellbentcycles.com/trike\\_projects/Recumbent%20Trike%20Design%20Primer.pdf](http://www.hellbentcycles.com/trike_projects/Recumbent%20Trike%20Design%20Primer.pdf)

International Human Powered Vehicle Association 2010. Updates on the Nissan/Dempsey–MacCready Prize One Hour Challenge [viitattu 24.04.2010]. Saatavissa: <http://www.hpva.us/dmprize.html>

Liikenne- ja viestintäministeriö, Tiehallinto ja Ratahallintokeskus 2005. Henkilöliikennetutkimus 2004-2005 [viitattu 24.4.2010]. Saatavissa: [http://www.hlt.fi/HTL04\\_loppuraportti.pdf](http://www.hlt.fi/HTL04_loppuraportti.pdf)

Rongpockle 2008. Greenspeed gt3 unfold [viitattu 18.11.2009]. Saatavissa <http://www.youtube.com/watch?v=ANHUAGXl7v0&feature=related>

Suomen ympäristökeskus 2008. Ympäristön tila 2008 [viitattu 24.04.2010]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download>.



asp?contentid=98319&lan=fi

Suomen ympäristökeskus 2007. Tiesitkö tämän liikenteestä? [viitattu 22.04.2010]. Saatavissa: <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=244098&lan=FI>

Theaesthetics 2008. Folding the Greenspeed GT3 Recumbent Trike [viitattu 18.11.2009]. Saatavissa <http://www.youtube.com/watch?v=E4xCGcDe2d4>

Wikipedia 2010a. Ilmanvastus [viitattu 23.04.2010]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Ilmanvastus>

Wikipedia 2010b. Rolling resistance [viitattu 23.04.2010]. Saatavissa: [http://en.wikipedia.org/wiki/Rolling\\_resistance](http://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_resistance)